



Andreia Isabel Vilão Silva

Licenciada em Ensino de Biologia e Geologia

A IMPORTÂNCIA DOS GEORRECURSOS PARA A DIVULGAÇÃO E ENSINO DAS GEOCIÊNCIAS

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia
Geológica (Georrecursos)

Orientador: Joaquim Simão, Professor Auxiliar,
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova
de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria Manuela Simões
Arguente: Prof. Doutor Joaquim Luís Lopes
Vogal: Prof. Doutor Joaquim Simão



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Julho, 2014

LOMBADA



A importância dos Georrecursos para a divulgação e ensino das Geociências
Andréia Vilão Silva

2014



Andreia Isabel Vilão Silva

Licenciada em Ensino de Biologia e Geologia

A IMPORTÂNCIA DOS GEORRECURSOS PARA A DIVULGAÇÃO E ENSINO DAS GEOCIÊNCIAS

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia
Geológica (Georrecursos)

Orientador: Joaquim Simão, Professor Auxiliar,
Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova
de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutora Maria Manuela Simões
Arguente: Prof. Doutor Joaquim Luís Lopes
Vogal: Prof. Doutor Joaquim Simão



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Julho, 2014

A IMPORTÂNCIA DOS GEORRECURSOS PARA A DIVULGAÇÃO E ENSINO DAS GEOCIÊNCIAS

Copyright © Andreia Isabel Vilão Silva, 2014

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Existem pessoas sem as quais nada disto seria possível, pelos mais diversos motivos, como tudo o que me ensinaram, o apoio constante que me deram e as palavras amigas que me ajudaram no percurso que estou agora a terminar. Assim, não posso deixar de expressar aqui os meus sinceros agradecimentos.

Ao Professor Doutor Joaquim Simão, um agradecimento pelos seus conhecimentos que me transmitiu ao longo do meu percurso académico, pela disponibilidade, atenção, mas acima de tudo pela clareza de ideias e sugestões e orientação na elaboração desta dissertação.

Ao Professor Carlos Galhano pela motivação, pelas ideias e pela colaboração que sempre demonstrou ter no decorrer deste percurso. Pela seus ensinamentos e pela forma de os transmitir.

À empresa Alexandrino Pais Leitão Lda., ao Srº Alexandrino pela disponibilidade em receber-me sempre que necessário.

Ao Srº Ângelo por toda a informação que me forneceu que foi imprescindível para a concretização deste trabalho, pelo seu conhecimento que resulta de inúmeros anos de experiência, pelo seu acompanhamento em todas as visitas à empresa Alexandrino Pais Leitão, Lda., e pelo seu entusiasmo em partilhar as experiências profissionais.

Ao meu colega Bruno Fonseca, pelo apoio, incentivo, paciência e dedicação, com que sempre me acompanhou nesta etapa, pela boa disposição que me deu muita força.

À minha mãe pela referência que tem sido para mim ao longo de toda a minha existência.

À minha família, com quem estive menos presente durante este ano, agradeço-lhes a paciência e o apoio e motivação, que me permitiram continuar.

A todos os meus amigos, que estiveram sempre comigo, ainda que no coração, obrigada pelo apoio.

Resumo

Os recursos geológicos são a base de materiais cuja a aplicação é indiscutivelmente elevada. O estudo da Geologia permite, para além dos conhecimentos sobre fenómenos e estruturas geológicas, determinar inúmeras aplicações dos seus objetos e métodos na Sociedade. No entanto, em muitas situações a relação entre o conhecimento da Geologia e a sua utilidade é pouco notória.

O presente trabalho aborda uma nova vertente das Geociências, que se dedica ao estudo dos recursos geológicos e ao aproveitamento dos mesmos no ensino.

Assim, um dos objectivos principais é, i) reforçar a importância do ensino da Geologia e da sua compreensão pública, e para além disso da utilização dos demais recursos geológicos disponíveis. Por outro lado, como objetivo, pretende-se ii) informar sobre a diversidade dos meios que existem, actualmente, para o ensino das Geociências, em particular na temática dos Georrecursos; iii) pretende-se, também, aproveitar os Georrecursos de uma outra forma, explorando a sua importância como recurso didáctico, pedagógico e cultural.

Deste modo, procedeu-se a uma pesquisa sobre a importância dos Georrecursos na Sociedade, sobre os métodos de exploração de rochas ornamentais, e sobre as actividades propostas para os divulgar. Neste sentido, o desenvolvimento prático deste trabalho consiste em elaborar uma saída de campo a uma pedreira de rocha ornamental em laboração, e cujos objectivos principais são; compreender a importância do estudo da formação geológica deste georrecurso, e compreender os métodos que são utilizados na sua exploração, conhecendo os métodos de extracção, o seu processamento e a sua aplicação.

Nesta dissertação demonstra-se que os recursos geológicos, para além de serem uma determinante fonte de matéria prima, podem constituir excelentes recursos para o ensino das Geociências.

Palavras-chave: Ensino das Geociências, Georrecursos, Geodiversidade, Património Geológico, Rocha Ornamental.

Abstract

The geological resources are the basis of materials whose application is undeniably. The study of geology besides allowing the knowledge of geological structures, determines its applications on the society. However, in many cases the relationship between geological knowledge and its usefulness is poorly noticeable.

This work discusses a new field on Geosciences, dedicated to the study of geological resources and its usefulness in education and public understanding. Thus, the major aims are to focus the importance of geology on education and the possible uses of geological resources. Moreover, it is intended to report the options on teaching Geosciences, particularly in Georesources field. It is also discussed the use of Georesources in other standpoint, exploring their importance as didactic, educational and cultural resource.

Therefore, it was performed a research about the importance of Georesources on the society, in dimension stones exploitation methods and in several methodologies proposed to its disclose. The practical component of this work was to plan and develop a field trip to an active dimension stone quarry with the following objectives: understand the importance of the study of the geological formations of this specific georresource, knowing its exploitation and processing methods, as well the stone applications.

This dissertation demonstrates that the geological resources, as well as being a crucial source of raw material, can be excellent tool for Geosciences education.

Keywords: School of Geosciences, Earth Resources, Geodiversity, Geological Heritage, Ornamental Rock.

Índice de Matérias

| | |
|---|------------|
| I. Agradecimentos | III |
| II. Resumo | V |
| III. Abstract | VII |
| IV. Índice de Matérias | IX |
| V. Índice de Figuras | XI |
| VI. Índice de Tabelas | XV |
| | |
| 1. Introdução..... | 1 |
| 1.1. Motivação e objectivos..... | 1 |
| 1.2. Organização da dissertação..... | 1 |
| | |
| 2. Os Georrecursos..... | 3 |
| 2.1. Geodiversidade e Georrecursos | 3 |
| 2.2. Definição e Classificação dos Georrecursos | 5 |
| 2.3. Importância dos Georrecursos na sociedade | 10 |
| 2.3.1. Considerações históricas | 10 |
| 2.3.2. O consumo dos Georrecursos e a evolução da Humanidade | 16 |
| 2.4. Exemplos da aplicação dos Georrecursos na sociedade..... | 17 |
| | |
| 3. A indústria extractiva em Portugal | 23 |
| 3.1. Breve história da indústria extractiva em Portugal | 23 |
| 3.2. Importância económica actual da indústria extractiva no país e a sua relação com a Sociedade | 28 |
| 3.2.1. Importância económica da indústria extractiva | 28 |
| 3.2.2. A relação da indústria extractiva com a sociedade envolvente | 29 |
| 3.3. Inventário e localização das principais explorações | 32 |
| | |
| 4. A extracção e transformação de rochas ornamentais | 35 |
| 4.1. Condicionantes para a exploração de pedreiras | 35 |
| 4.1.1. Triângulo básico da exploração | 35 |
| 4.1.2. Descrição geral da metodologia de investigação para a exploração de rochas ornamentais | 35 |
| 4.1.3. Enquadramento Legal na exploração de Pedreiras | 38 |
| 4.2. Extração | 39 |
| 4.2.1. Elaboração de uma corta de exploração | 39 |
| 4.2.2. Extração de rocha ornamental | 42 |
| 4.2.2.1. Ciclo básico de produção | 42 |
| 4.2.2.2. Equipamento utilizado | 47 |
| 4.3. Transformação de Rochas Ornamentais | 50 |
| 4.3.1. Armazenamento | 50 |
| 4.3.2. Fábrica – Pré-Corte e Serragem (Corte Primário) | 50 |
| 4.3.3. Fábrica – Acabamentos Industriais | 54 |
| 4.3.3.1. Polimento | 54 |
| 4.3.3.2. Amaciado | 56 |
| 4.3.3.3. Bujardado ou Abujardado | 56 |
| 4.3.3.4. Flamejado | 57 |
| 4.3.3.5. Areado – jacto de areia | 58 |
| 4.3.4. Fábrica – Corte em Série e Corte Semi-automático (Corte Secundário) | 59 |

| | |
|--|------------|
| 5. A exploração de recursos geológicos como material didáctico | 61 |
| 5.1. O Património Geológico como um recurso didáctico | 61 |
| 5.2. As colecções e exposições de Geociências | 62 |
| 5.3. Casos em Portugal | 64 |
| 5.3.1. Museus | 64 |
| 5.3.2. Centros de Ciência Viva | 68 |
| 5.3.3. Programa Ciência Viva | 72 |
| 5.3.4. Geoparques | 75 |
| 5.3.5. Outros locais com interesse geológico | 80 |
| 6. O ensino da Geologia em Portugal | 83 |
| 6.1. Breve História do ensino da Geologia em Portugal | 83 |
| 6.2. Os Georrecursos em conteúdos programáticos | 86 |
| 6.3. A importância do trabalho de campo no ensino das Geociências | 93 |
| 7. Caso de estudo – Pedreira da empresa Alexandrino Pais Leitão | 97 |
| 7.1. Caracterização geral da pedreira e unidade de processamento..... | 97 |
| 7.1.1. Características gerais da empresa | 97 |
| 7.1.2. Enquadramento na geologia regional | 98 |
| 7.1.2.1. História Geológica da região de Pêro Pinheiro | 98 |
| 7.1.2.2. Lioz – Características Gerais | 100 |
| 7.1.2.2.1. Classificação da rocha | 100 |
| 7.1.2.2.2. Principais características e a sua importância económica.. | 101 |
| 7.1.3. Processos de Extração..... | 104 |
| 7.1.4. Transformação | 109 |
| 7.1.4.1. Pré-corte e Corte..... | 109 |
| 7.1.4.2. Polimento e outros Acabamentos | 113 |
| 7.1.5. Tratamento de resíduos resultantes da extracção e processamento | 117 |
| 7.1.6. Aplicação | 117 |
| 7.1.7. Responsabilidade social das pedreiras..... | 118 |
| 7.2. Aplicação e discussão do guião da visita de estudo..... | 118 |
| 8. Conclusão | 123 |
| 9. Bibliografia | 127 |

Anexos

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 2.1 - Diversidade de estruturas geológicas no mundo (www.bp.blogspot.com , www.travelphotoadventures.com , www.wikimedia.org) | 4 |
| Figura 2.2 - Diagrama de McKelvey para a classificação dos recursos minerais (USGS e USBM) (Carvalho, 1997) | 6 |
| Figura 2.3 - Tipos de Recursos (Jimeno e Revuelta, 1997) | 7 |
| Figura 2.4 - Gráfico da sobreposição na classificação dos diferentes recursos geológicos (Adaptado de Bennet <i>et al.</i> 1997) | 9 |
| Figura 2.5 - Pirâmides egípcias (www.google.pt/imgres?imgurl)..... | 12 |
| Figura 2.6 - Adornos em coroas (www.royal.gov.uk) | 13 |
| Figura 2.7 - Castelo de Almourol | 14 |
| Figura 2.8 - Fachada em mármore do Palácio de Vila Viçosa | 14 |
| Figura 2.9 - Aumento da população mundial ao longo dos tempos (Adaptado de Skinner & Porter, 1996) | 16 |
| Figura 2.10 – Matérias-primas minerais utilizadas na construção de uma casa (Velho <i>et al.</i> , 1998) | 21 |
| Figura 3.1 - Mina de S.Domingos – vista geral da corta da mina (Faixa Piritosa Ibérica) | 24 |
| Figura 3.2 - Pedreira antiga do Vale de Alcântara (Pinto, 2005) | 25 |
| Figura 3.3 - Pedreira de mármore, em Vila Viçosa, pedreira de exploração mista a céu aberto e em subterrâneo da empresa Lugramar, Lda..... | 26 |
| Figura 3.4 - Areeiro da Sibelco em Rio Maior | 26 |
| Figura 3.5 - Exploração de jazigos metálicos da Faixa Piritosa Ibérica, Mina de Neves Corvo em Castro Verde (vista geral) | 29 |
| Fig.3.6 - Exploração de jazigos metálicos da Faixa Piritosa Ibérica, Mina de Neves Corvo em Castro Verde (interior da mina) | 30 |
| Figura 3.7 - Localização das principais ocorrências de recursos minerais (adaptado de www.igeo.pt/atlas/Cap3/Cap3b_p165_image.html) | 32 |
| Figura 4.1 - Triângulo básico representando os parâmetros que condicionam a exploração..... | 35 |
| Figura 4.2 - Esquema geral do plano de trabalho para avaliação de pedreiras de rochas ornamentais (Adaptado de Jimeno, 1996) | 36 |
| Figura 4.3 - Terminologia dos trabalhos de uma pedreira (Almeida, 2013) | 40 |
| Figura 4.4 - Ilustração da altura dos degraus (Almeida, 2013) | 40 |
| Figura 4.5 - Sequência estratégica de etapas utilizadas na definição do sistema de exploração e equipamentos (Adaptado de Jimeno, 1996) | 42 |

| | |
|---|----|
| Figura 4.6 - Operações de desmonte a céu aberto (Adaptado de Jimeno, 1996) | 43 |
| Figura 4.7 - Abertura de caixas e canais (fotografia gentilmente cedida pelo Professor Luís Lopes) | 44 |
| Figura 4.8 - Máquina de corte por fio diamantado a) pormenor b) aspecto geral | 44 |
| Figura 4.9 - Roçadora de bancada | 45 |
| Figura 4.10 - Furos horizontais | 45 |
| Figura 4.11 - Esquema de etapas referentes ao corte: a) Furos guia; b) Corte de levante com fio diamantado; c) Derrube e esquadrejamento de blocos. (Adaptado de Dunda e Kujundzic, 1998) | 46 |
| Figura 4.12 - Esquadrejamento de blocos | 46 |
| Figura 4.13 - Equipamento para a remoção blocos..... | 47 |
| Figura 4.14 - Fio diamantado | 48 |
| Figura 4.15 - Serra de disco | 51 |
| Figura 4.16 - Engenho monofio..... | 51 |
| Figura 4.17 - Fio Diamantado | 51 |
| Figura 4.18 - Conjunto de engenhos | 52 |
| Figura 4.19 - Pormenor do engenho mostrando o braço que movimenta as lâminas... | 52 |
| Figura 4.20 - Lâminas de corte utilizadas nos engenhos..... | 53 |
| Figura 4.21 - Granalha de aço utilizada nos engenhos | 54 |
| Figura 4.22 - Braço com o disco de polimento | 55 |
| Figura 4.23 - Máquina de polimento | 55 |
| Figura 4.24 - Pastilhas de polimento de diferentes granulometrias | 55 |
| Figura 4.25 - Acabamento amaciado | 56 |
| Figura 4.26 - Acabamento bujardado | 56 |
| Figura 4.27 - Acabamento flamejado | 57 |
| Figura 4.28 - Máquina de flamejar | 57 |
| Figura 4.29 - Acabamento areado | 58 |
| Figura 4.30 - Máquina de corte em série (aspecto geral a) e pormenor b)) | 59 |
| Figura 5.1 - Mapa conceptual das relações entre a Geodiversidade, Geossítios, Património Geológico, Geoconservação e Geoturismo (adaptado de Araújo, 2005)..... | 61 |
| Figura 5.2 - Rede geográfica de Centros de Ciência Viva em Portugal (www.pavconhecimento.pt/centros_cv/) | 71 |

| | |
|--|-----|
| Figura 5.3 - Distribuição geográfica das actividades de Geologia no âmbito da Ciência Viva no Verão 2013 (Adaptado de www.cienciaviva.pt/veraocv/comum/2013/actividadeshoje.asp) | 74 |
| Figura 6.1 - Visão geral do programa de 10.º e 11.º ano de Biologia e Geologia (adaptado de Amador <i>et al.</i> , 2001, 2003) | 86 |
| Figura 6.2 - Modelo Nir Orion (Adaptado de Orion <i>et al.</i> , 1993) | 95 |
| Figura 7.1 - Localização geográfica da empresa Alexandrino Pais Leitão Lda. | 97 |
| Figura 7.2 - Vista geral da pedreira, e da unidade de processamento da empresa Alexandrino Pais Leitão Lda. | 104 |
| Figura 7.3 - Sequência dos diferentes tipos de calcários microcristalinos na pedreira.. | 104 |
| Figura 7.4 - Sequência estratigráfica da pedreira (Adaptado de Martins, 1991) | 105 |
| Figura 7.5 - Fase de exploração com desmonte das bancadas | 105 |
| Figura 7.6 - Fase de exploração sem desmonte | 106 |
| Figuras 7.7 - a) 7.7 b). Tubos de extensão e barrenas de perfuração..... | 106 |
| Figura 7.8 - Rolos de fio diamantado | 107 |
| Figura 7.9 - Esquadrejamento do bloco derrubado..... | 107 |
| Figura 7.10 - Escavadora utilizada para o transporte de blocos e remoção de estéril .. | 108 |
| Figuras 7.11 - a) e b) Parque de blocos | 108 |
| Figura 7.12 - Equipamento para a fragmentação de estéril | 109 |
| Figura 7.13 - Remoção de rocha estéril | 109 |
| Figura 7.14 - Transporte, por grua, do bloco para a serra de pré-corte | 110 |
| Figura 7.15 - Transporte do bloco para a serra de pré-corte | 110 |
| Figura 7.16 - Pré-corte, vista geral a) e pormenor b) | 110 |
| Figura 7.17 - Engenho multilâminas para a serragem de blocos..... | 111 |
| Figura 7.18 - Pormenor das lâminas, com destaque para as “pastilhas diamantadas” | 111 |
| Figura 7.19 - Observação à lupa binocular das “pastilhas diamantadas” | 111 |
| Figura 7.20 - Pré-corte de rochas siliciosas..... | 112 |
| Figura 7.21 - Engenhos de serragem de rochas siliciosas..... | 112 |
| Figura 7.22 - Gralha para abrasão em corte de rochas siliciosas | 113 |
| Figura 7.23 - Chapas de lioz após a serragem..... | 113 |
| Figura 7.24 - Resinagem de chapas de rocha | 114 |

| | |
|--|-----|
| Figura 7.25 – Chapa de lioz após a aplicação de tela e resina | 114 |
| Figura 7.26 - Geodes de calcite num bloco de lioz (campo de visão com aproximadamente 10 cm)..... | 115 |
| Figura 7.27 - Máquina de polimento, com três cabeças de diferentes granulometrias. | 115 |
| Figura 7.28 - Cabeça giratória adaptável para o acabamento bujardado | 116 |
| Figura 7.29 - Chapa de “Saint Florian”, embalada após o polimento | 116 |
| Figura 7.30 - Deposição de lamas para aterro na pedreira da empresa Alexandrino Pais Leitão Lda. | 117 |
| Fig.7.31 - Planta da empresa com indicação percurso realizado na saída de campo e as respectivas paragens..... | 120 |

NOTA: As figuras cuja fonte não é referida são da autoria da autora.

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 2.1 - Classificação dos recursos geológicos (Adaptado de Press e Siever, 2000) | 5 |
| Tabela 2.2 - Tipos de recursos minerais (Jimeno e Revuelta, 1997)..... | 7 |
| Tabela 2.3 - Classificação tradicional dos georrecursos baseada na renovação dos recursos (Adaptada de Perelló <i>et al.</i> , 2011)..... | 9 |
| Tabela 2.4 - Classificação dos georrecursos proposta por Perelló <i>et al.</i> (2011) | 10 |
| Tabela 2.5 - Utilizações dos recursos energéticos (Adaptado de Moura e Velho (2011) e www.abae.pt)..... | 17 |
| Tabela 2.6 - Utilizações dos minerais metálicos (Adaptado de Dana (1981), Velho <i>et al.</i> (1998), e Moura e Velho (2011))..... | 18 |
| Tabela 2.7 - Utilizações dos minerais não-metálicos (Adaptado de Dana (1981), Velho <i>et al.</i> (1998), e Moura e Velho (2011)) | 20 |
| Tabela 2.8 - Utilizações das rochas (Moura e Velho, 2011) | 20 |
| Tabela 2.9 - Matérias-primas minerais utilizadas na construção de uma casa (Velho <i>et al.</i> , 1998)..... | 22 |
| Tabela 2.10 - Consumo anual <i>per capita</i> de recursos geológicos num país desenvolvido (Velho <i>et al.</i> , 1998)..... | 22 |
| Tabela 3.1 - Número de estabelecimentos mineiros no ano de 2009 (DGEG, adaptado de Moura e Velho, 2011) | 28 |
| Tabela 3.2 - Importações e exportações dos recursos geológicos de Portugal no ano de 2010 (DGEG, adaptado de Moura e Velho, 2011) | 28 |
| Tabela 3.3 - Quantidade e valor dos recursos minerais extraídos em Portugal no ano de 2010 (Fonte: DGEG, adaptado de Moura e Velho, 2011) | 33 |
| Tabela 4.1 - Critérios para a avaliação de exploração de rochas ornamentais (Adaptado de Ashmole e Motloun, 2008)..... | 38 |
| Tabela 4.2 - Classificação dos tipos de pedreira de rocha ornamental (Adaptado de Mancini <i>et al.</i> , 1996)..... | 39 |
| Tabela 4.3 - Equipamentos utilizados no ciclo de exploração de rochas ornamentais.. | 48 |
| Tabela 5.1 - Inventariação dos Museus com interesse geológico em Portugal..... | 64 |
| Tabela 5.2 - Inventariação da rede de Centros de Ciência Viva em Portugal..... | 69 |
| Tabela 5.3 - Inventariação dos Geoparques..... | 76 |
| Tabela 5.4 - Geossítios classificados em Portugal (Adaptado de Brilha e Pereira, 2012)..... | 77 |
| Tabela 5.5 - Outros locais com interesse geológico (Adaptado de Roteiro de Minas e Pontos de interesse Mineiro e Geológico de Portugal)..... | 80 |

| | |
|--|-----|
| Tabela 6.1 - Visão geral dos temas propostos para o programa de 10.º ano de escolaridade na componente de Geologia (adaptado de Amador <i>et al.</i> , 2001) | 87 |
| Tabela 6.2 - Visão geral do tema IV proposto para o programa de 11.º ano de escolaridade na componente de Geologia (Adaptado de Amador <i>et al.</i> , 2003) | 88 |
| Tabela 6.3 - Visão geral dos temas/conteúdos do programa de Geologia de 12.ºano escolaridade (Adaptado de Amador e Silva, 2004) | 89 |
| Tabela 6.4 - Inventariação das unidades curriculares de conteúdos referentes à formação, caracterização, exploração e processamento de georrecursos e respectivos cursos | 90 |
| Tabela 7.1 - Limites de variação da espessura da rocha estéril superior, e da rocha útil e do aproveitamento, por zonas e por variedades (Martins, 1991)..... | 102 |
| Tabela 7.2 - Caracterização das variações comerciais de calcários microcristalinos da região de Pêro Pinheiro | 102 |

1. INTRODUÇÃO

1.1. Motivação e objetivos

Os recursos geológicos contemplam uma elevada quantidade de materiais cuja aplicação é muito diversificada. A Geologia como ciência tem inúmeras valências daí a sua importância enquanto objeto de estudo. Contudo, a percepção que se tem da Geologia enquanto ciência é, por vezes, redutora. Em muitos casos não existe uma noção clara sobre o impacto que a Geologia tem no quotidiano e sobre as suas inúmeras aplicações. Assim, o estudo da Geologia deve passar pelo conhecimento da mesma enquanto fonte de recursos naturais.

Durante o desenvolvimento deste trabalho pretende-se dar a conhecer qual a importância dos georrecursos como instrumentos pedagógicos.

O problema a que se pretende dar resposta consiste no aproveitamento dos georrecursos, não só como fonte de matéria-prima, mas também como fonte de conhecimento e enriquecimento científico e cultural. Tentar-se-ão conjugar estes dois fatores, na medida em que se pretende que na indústria extrativa em laboração, sejam criados percursos pedagógicos que sejam adequados aos diferentes níveis de ensino e/ou público-alvo.

O objeto deste estudo centra-se nas empresas da indústria extrativa que estejam em atividade e possibilitem a execução de um geo-roteiro, enquadrado na sua atividade e que funcione como uma ferramenta para a aquisição de conhecimentos técnicos, ao nível da engenharia da exploração e processamento, da geologia da formação e outros aspetos mais específicos.

1.2. Organização da dissertação

Para cumprir os objetivos propostos, a presente dissertação está organizada em seis capítulos de conteúdo científico e técnico.

No primeiro far-se-á um estado de arte referente a conteúdos teóricos sobre a classificação dos georrecursos, a sua definição e aplicação. O segundo consistirá na descrição da importância dos georrecursos na sociedade. A história da indústria extrativa em Portugal também será desenvolvida no terceiro capítulo, tal como o seu enquadramento e a relação com a sociedade. Para o desenvolvimento destes três capítulos realizar-se-á uma pesquisa bibliográfica sobre as perspetivas dos diferentes autores sobre o tema, e por outro lado, serão consultados dados, publicados pelas instituições competentes, referentes aos valores da indústria extrativa em Portugal.

No quarto capítulo deste trabalho abordaram-se os conteúdos científicos e tecnológicos que sustentam esta área da engenharia e que se referem, de uma forma mais detalhada, à extração e processamento de rochas ornamentais. Neste capítulo serão especificados os procedimentos tecnológicos sobre as técnicas e equipamentos utilizados na exploração de rochas ornamentais.

O quinto capítulo caracteriza-se por uma descrição muito detalhada sobre a importância dos recursos geológicos como material didático. Para o aprofundamento desta temática desenvolveram-se aspetos referentes à importância do Património Geológico. Contudo, o desenvolvimento deste capítulo centra-se na inventariação de locais e/ou atividades que tenham potencial interesse para o ensino das geociências, nomeadamente na área dos georrecursos. Para a concretização deste capítulo foi feita uma pesquisa de todas as instituições e/ou locais nacionais que comportam as referidas atividades e/ou expõem conteúdos de geociências, que podem e devem ser incluídos no ensino.

No sexto capítulo os conteúdos desenvolvidos estão centrados no ensino das geociências em Portugal, na atualidade. Faz-se uma descrição do ensino da Geologia em Portugal, da sua história e evolução. Contemplam-se os conteúdos programáticos que são lecionados nas disciplinas de Geologia e Ciências da Terra no ensino secundário. Também se faz uma inventariação das instituições de ensino superior que lecionem áreas disciplinares de Geociências. O objetivo é incluir a componente prática deste trabalho, no ensino atual.

No capítulo sete apresenta-se um caso prático. Para o qual foi necessária a colaboração de uma empresa da indústria extrativa, a empresa Alexandrino Pais Leitão, Lda. Neste sentido foram feitas algumas visitas à empresa, inicialmente para se conhecer a estrutura e funcionamento e, mais tarde, para a observação de todos os processos referentes à extração e processamento de rocha ornamental. As visitas foram acompanhadas pelo proprietário da empresa e pelo encarregado da pedreira que forneceram, em pormenor, todas as informações pertinentes.

O objetivo do capítulo sete é conhecer em pleno, a estrutura e funcionamento de uma empresa deste sector, para que se elaborem diferentes geopercurso adequados aos vários níveis de escolaridade. Para cumprir um dos objetivos propostos para o desenvolvimento deste trabalho, deve ser feito um geopercurso para, pelo menos, um nível de ensino e, se possível, promover uma saída de campo orientada para os conteúdos que se pretendem explorar.

Os aspetos tecnológicos associados à indústria extrativa devem ser explorados porque, mesmo nos níveis de ensino referentes a Licenciatura e/ou Mestrados, denota-se, por vezes, lacunas entre a associação de conteúdos teóricos e a sua aplicação no contexto real. O que se pretende é que, em simultâneo, uma empresa que atualmente se encontra em laboração, e que explora e transforma um determinado georrecurso, possa constituir, também, um georrecurso cultural e didático.

2. GEORRECURSOS

2.1. A Geodiversidade e os Georrecursos

A Geosfera, um dos quatro subsistemas terrestres, engloba todas as formas geológicas e os processos inerentes ao planeta Terra. A Terra é um planeta único, na medida em que reúne as condições específicas para que a biosfera, a hidrosfera, a atmosfera e a geosfera se mantenham num equilíbrio estável, permitindo entre si a troca de matéria e energia. A Terra é um planeta geologicamente dinâmico e em constante mutação. A existência de atividade geológica, desde a formação do próprio planeta, até aos dias atuais, permite que a Terra tenha uma grande diversidade, comprovada nas mais distintas paisagens, formas de relevo, rochas, entre outras, ou seja a geodiversidade. Para Stanley (2000), a geodiversidade refere-se à variedade de ambientes geológicos, fenómenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra. Em analogia à biodiversidade, que representa o conjunto de todas as espécies de seres vivos do planeta Terra, a geodiversidade será o conjunto de todas as formas e/ou estruturas geológicas da Terra.

A geodiversidade resulta do facto, de existirem fenómenos de dinâmica interna e externa característicos do planeta Terra, a sua interação permite a exclusividade de paisagens geológicas, quando se compara a Terra com outros planetas. De acordo com Brilha (2005) a geodiversidade resulta da multiplicidade de vários fatores, nomeadamente a combinação dos cerca de 90 elementos químicos da tabela periódica, na origem dos minerais (conhecendo-se mais de 4000 espécies diferentes); a conjugação de minerais com propriedades muito diferentes, origina as várias rochas, que por sua vez possuem propriedades diferenciadas, consoante o tipo e a quantidade de minerais dominantes e os ambientes em que as rochas se formam.

Depois de formadas, as rochas estão sujeitas a forças tectónicas que originam dobras e fraturas. As fraturas constituem locais privilegiados para a atuação dos agentes atmosféricos, alterando as rochas e formando diferentes tipos de paisagens geológicas. Com efeito, os minerais constituintes das rochas, quando expostos a condições típicas de superfície terrestre, destabilizam-se e transformam-se em novos minerais que estão estáveis sob essas condições (Brilha, 2005).

A geodiversidade é produto, para além do anteriormente referido, também da intervenção do clima, da presença de água no estado líquido e sólido, da temperatura e da própria alteração das rochas e minerais que originam os sedimentos. Por outro lado, a interação entre os subsistemas terrestres e, mais especificamente, a ação dos seres vivos sobre o substrato rochoso, também contribui para a geodiversidade. A conjugação de todos estes aspetos condiciona a elevada multiplicidade de paisagens naturais (Brilha, 2005). A título de exemplo podem ser referidos inúmeros locais, que se caracterizam pela sua enorme diversidade geológica, e que se encontram em todo o mundo, como é o caso, do *Grand Canyon*, da *Calçada de Gigantes*, *Parque Nacional de Yellowstone*, as *Chaminés-de-fada da Capadócia* (figura 2.1 a), b), c) e d)), entre muitos outros exemplos de grande espetacularidade.



Fig.2.1. Diversidade de estruturas geológicas no mundo (Fonte: www.bp.blogspot.com, www.travelphotoadventures.com, www.wikimedia.org).

O conceito de geodiversidade, no desenvolvimento desta dissertação, toma uma conotação de elevada importância, uma vez que os Georrecursos resultam, precisamente da existência de inúmeras rochas, afloramentos, depósitos minerais, etc., que caracterizam a superfície terrestre. O Homem, desde os primórdios se apercebeu da existência desta matéria, utilizando os recursos disponíveis.

Desde sempre os seres humanos aprenderam a usar a geodiversidade. O recurso a minerais e rochas foi essencial para o desenvolvimento tecnológico das sociedades e, por conseguinte, para a evolução da Humanidade. O nosso sucesso enquanto espécie está suportado, em grande parte, na utilização que fazemos dos recursos geológicos, embora raramente nos apercebamos disso (Brilha e Pereira, 2012). Por outro lado, a geodiversidade não é importante apenas e só como fonte de matéria-prima, é essencial para o conhecimento, e para a compreensão da especificidade do planeta Terra.

Existem várias razões para se valorizar a geodiversidade. Por exemplo, o seu estudo é essencial para conhecermos processos naturais que têm lugar no planeta Terra, alguns deles com fortes implicações na qualidade de vida de muitos milhões de pessoas. A geodiversidade possui, pois, um enorme valor científico ao permitir compreender o único local do universo onde, para já, podemos viver (Brilha e Pereira, 2012).

Apesar de uma área geográfica relativamente reduzida, Portugal é um dos países com maior índice de geodiversidade compreendendo grande variedade de minerais, fósseis, rochas,

solos, formas de relevo, processos geológicos ativos, a ação erosiva do mar sobre a costa – o que constitui uma enorme riqueza para qualquer país e não apenas devido à eventual ocorrência de recursos geológicos com valor económico, como o petróleo, carvão ou ouro (Brilha e Pereira, 2012).

2.2. Definição e Classificação dos Georrecursos

No presente trabalho, o termo Georrecurso/Recurso Geológico será, naturalmente, inúmeras vezes referido. Desta forma, embora se considere um pressuposto, a menção à sua definição é importante, não necessariamente pelo significado do termo, mas pela diversidade de classificações que existem para os demais recursos geológicos.

De acordo com Carvalho (1997), o termo Recurso Geológico aplica-se a toda a substância de natureza geológica (sólida, líquida, gasosa) ou o calor geotérmico donde, em função das suas características e concentração na crosta terrestre é, ou poderá vir a ser, economicamente viável a extração de um bem útil e comercializável. Considerando que os recursos geológicos são formados através de processos, que sendo lentos à escala humana, que é imperceptível a sua capacidade de renovação. Os recursos geológicos, com pequenas exceções, são considerados não-renováveis. Para os autores, Brobst and Pratt, *in* Parelló *et al.* (2011), os recursos geológicos são classificados em reservas e recursos, onde se distinguem entre recursos renováveis e recursos não-renováveis

No contexto das Ciências da Terra, o termo recurso geológico engloba todas as entidades naturais com valor para o Homem, quer sejam utilizadas diretamente, quer sejam extraídas (ou extraíveis) da Terra. Esta definição engloba os minerais, as rochas e os metais; os recursos energéticos, incluindo os combustíveis fósseis convencionais e as fontes energéticas alternativas (como a geotermia ou a energia das marés) (Freitas, 2005).

A Base de Recursos Geológicos, apresenta determinadas concentrações para os diferentes materiais e considera-se fixa para cada região e cada profundidade, sendo o conhecimento da mesma, função da intensidade e da qualidade da investigação sobre ela realizada.

A designação de recurso geológico é insuficiente quando se pretende caracterizar os demais recursos que dele fazem parte. Assim os recursos geológicos podem ser divididos em vários grupos, dependendo dos critérios que se está a ter em conta. As classificações não são estanques, dependem de inúmeras variáveis e da perspetiva e importância que os diferentes autores conferem às respetivas variáveis. As variáveis implícitas na classificação dos recursos geológicos podem ser de inúmeras ordens, nomeadamente as suas características físicas, as suas propriedades, e a sua génese. Existem inúmeras classificações fundamentadas e defendidas por vários autores.

De acordo com Press e Siever (2000), a classificação proposta para os recursos geológicos é representada na tabela 2.1.

Tabela 2.1. Classificação dos recursos geológicos (adaptado de Press e Siever, 2000).

| | |
|--|--|
| <u>Recursos Energéticos</u> | <u>Recursos Minerais</u> - Rochas e minerais |
| <u>Combustíveis Fósseis</u> - Petróleo e Gás Natural - Carvão <u>Energias alternativas aos combustíveis fósseis</u> - Energia nuclear - Energia solar - Energia geotérmica | |

A diversidade e aplicação destes recursos é de tal forma extensa, que existe uma grande dificuldade em classificá-los. Neste trabalho dar-se-á mais ênfase à classificação dos recursos minerais porque a aplicação prática é referente a este tipo de recursos. Existem alguns parâmetros utilizados para a classificação destes recursos, nomeadamente a sua viabilidade económica, a sua aplicação, a sua natureza, a sua estimação, entre outros.

De uma forma generalizada e segundo Freitas (2005), um recurso mineral é qualquer material natural (mineral ou rocha), suficientemente enriquecido em um ou mais elementos, com valor para o Homem e que pode ser extraído da litosfera. Os depósitos conhecidos que podem ser explorados com mais-valia económica e com as tecnologias disponíveis, constituem as reservas desse mineral (figura 2.2). A fronteira entre as reservas e recursos sub-económicos varia no tempo, à medida que se desenvolvem novas e mais eficientes tecnologias de exploração, e que o preço do recurso aumente, ou ainda se forem descobertos novos depósitos.



Figura 2.2. Diagrama de McKelvey para a classificação dos recursos minerais (USGS e USBM) (fonte: Carvalho, 1997).

Na figura 2.2 é possível diferenciar-se o conceito de recurso e de reserva, sendo que os recursos minerais compreendem todos aqueles que estão por descobrir, que são hipotéticos ou especulativos, enquanto que as reservas constituem a porção de recursos que podem, no momento, ser legal e economicamente explorados. Esta classificação proposta pela USGS tem como fatores o grau de conhecimento e a sua rentabilidade económica (tendo em conta a concentração de um determinado material e o seu método de exploração).

Um das classificações propostas por Jimeno (1998) refere que, os recursos minerais são materiais no estado sólido, líquido ou gasoso que podem ser explorados e utilizados com benefício económico, de acordo com este último, estes subdividem-se em:

- Minerais metálicos - são essencialmente utilizados como fontes de energia, são menos abundantes e mais dispersos, requerem, normalmente um pós-processamento para a extração do metal, os custos de extração e processamento são mais altos relativamente aos custos de transporte;
- Minerais não metálicos ou industriais - geologicamente são abundantes, os custos de extração e processamento são comparativamente baratos com os custos de transporte, as reservas são praticamente infinitas e existe sempre a possibilidade substituição por outro

material que cumpra as mesmas funções, são explorados em grandes quantidades e, em muitos casos não necessitam de processamento.

Por outro lado, os autores Jimeno e Revuelta (1997), consideram que consoante as diferentes formas que o ser humano é capaz de utilizar e/ou aproveitar os materiais disponíveis na Terra, surgem assim os diferentes tipos de recursos (Figura 2.3).

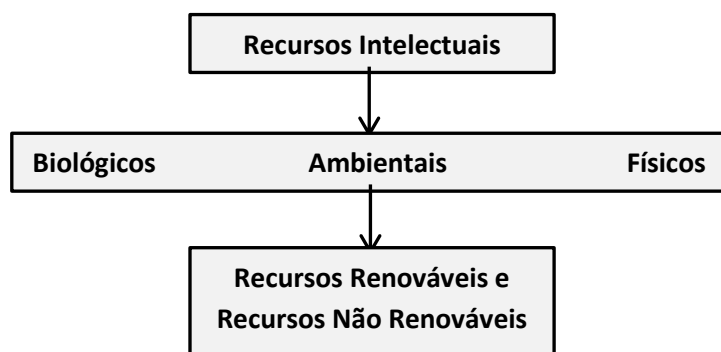


Figura 2.3. Tipos de Recursos (Jimeno e Revuelta, 1997).

Para os autores referenciados na figura 2.3 os recursos físicos são aqueles que contemplam os materiais disponíveis na Terra e que são possíveis de ser utilizados pelo Homem. nomeadamente os recursos geológicos, que são designados de recursos minerais e recursos hidráulicos. Os recursos minerais, por sua vez são classificados da forma que está apresentada na tabela 2.2.

Tabela 2.2. Tipos de recursos minerais (Jimeno e Revuelta, 1997).

| <u>Recursos energéticos</u> | | <u>Recursos metálicos</u> | <u>Rochas e Minerais Industriais</u> |
|--|--|---|---|
| Não Renováveis - Hidrocarbonetos - Carvões - Urânio | Renováveis - Geotermia - Energia hidrelétrica - Energia das marés - Energia solar - Energia eólica - Energia da biomassa | A) Ligas de Ferro e Aço B) Metais básicos e usuais C) Metais ligeiros D) Metais preciosos E) Outros | A) Rochas e materiais de construção B) Fertilizantes C) Materiais para a Indústria Química D) Outros |

Esta classificação tem em conta a aplicação de diferentes técnicas de avaliação e estimação de reservas de um determinado recurso mineral.

No entanto, para este trabalho, considerou-se que todas as classificações são úteis dependendo das circunstâncias em que se aplicam, assim como o objetivo a que se destinam. A classificação que mais se adotou neste trabalho é a proposta por Parelló *et al.* (2011), *Nova Classificação dos Recursos Geológicos*.

De acordo com Perelló *et al.* (2011) a definição tradicional de recurso geológico apresenta-se incompleta, uma vez que se devem considerar recursos geológicos todos os elementos geológicos com interesse económico, mas também os que têm valor científico, paisagístico, patrimonial e, principalmente, didático.

Os recursos geológicos são bens extraíveis da Terra que permitem satisfazer as necessidades humanas, logo todos os materiais que, de alguma forma, produzem conhecimento e saber, que respondem a interrogações, que representam os costumes e a cultura de uma determinada região.

No presente trabalho, o aspeto pedagógico, científico e cultural, toma iguais proporções, tanto quanto a importância de um determinado recurso servir de matéria-prima para um material. Deste modo, estas duas vertentes devem ser analisadas e estudadas e dada igual importância em ambos os casos. Neste sentido, a classificação tradicional não será aquela que mais se enquadra. Uma pedreira (a título de exemplo) pode e deve ser mais do que um local de extração e processamento da pedra.

A classificação tradicional de recursos geológicos exclui os elementos e/ou processos do meio físico que revelem interesse científico, didático ou cultural, que não oferecem, à partida, um potencial económico (Perelló *et al.*, 2011).

A classificação tradicional de recursos geológicos é essencialmente assente na dependência que o Homem tem sobre estes recursos. Atualmente torna-se difícil o exercício de identificar um material que não tenha como matéria-prima um determinado recurso geológico! A sociedade atual depende dos recursos geológicos de tal forma, que os próprios recursos condicionam a subsistência da condição humana e da evolução do planeta (Perelló *et al.*, 2011). Assim, constata-se que a classificação para os demais recursos geológicos pressupõe fatores de ordem económica e de génese do recurso propriamente dito, o que coloca para segundo plano a importância destes quanto ao seu interesse cultural, didático científico e patrimonial.

De uma forma geral, apesar de existirem inúmeras classificações, e perspetivas diferenciadas para vários autores, os recursos minerais são classificados em minerais industriais não metálicos, minerais metálicos, recursos energéticos, rochas industriais, rochas ornamentais, e gemas. Esta classificação é usada desde algumas décadas a esta parte, a partir dos anos 70, e tem sofrido as devidas alterações de acordo com os governos e critérios científico-tecnológicos de cada país.

De acordo com Perelló *et al.* (2011) (tabela 2.3), existem alguns problemas que estão associados à classificação dos recursos geológicos. Considera-se que esta classificação atualmente está obsoleta porque é insuficiente para explicar a necessidade destes recursos, não apenas como uma visão economicista.

Assim, para o autor supracitado, o primeiro problema deriva do mesmo recurso não poder ser incluído simultaneamente em distintos grupos. O segundo problema reside na falta de hierarquia dentro dos grandes grupos que catalogam os recursos como renováveis e não renováveis, uma vez que não existe uma distribuição lógica, considerando o tempo de renovação de cada recurso. Consequentemente, é difícil saber qual é o grupo mais importante e é difícil ampliar a classificação de uma forma ordenada. No que respeita ao terceiro problema, este está relacionado com o facto da classificação tradicional não estar adaptada às tendências atuais de desenvolvimento sustentável, descritas na Conferência do Rio em 1992. Só os elementos com valor económico são considerados como recursos, enquanto que outros elementos com interesse e valor social e/ou educacional são descartados.

Tabela 2.3. Classificação tradicional dos georrecursos baseada na renovação dos recursos (adaptado de Perelló *et al.*, 2011).

| Recursos Geológicos Renováveis | Recursos Geológicos Não Renováveis |
|---------------------------------------|---|
| Água | Rochas Minerais não metálicos Minerais Metálicos Gemas Rochas ou Minerais Industriais Recursos Energéticos |

O relacionamento e a interligação dos diferentes tipos de georrecurso pode ser observado na figura 2.4, onde se apresenta uma tentativa de sobreposição dos geomateriais.

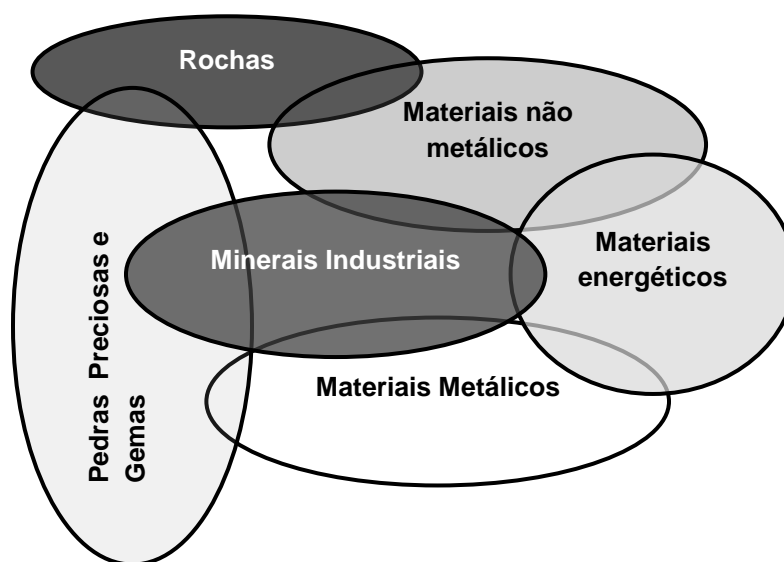


Figura 2.4. Gráfico da sobreposição na classificação dos diferentes recursos geológicos (adaptado de Bennet *et al.*, 1997).

A classificação da figura 2.4. contraria a noção de estanquicidade dos georrecursos. Existem diferentes materiais que podem ser incluídos em diversos grupos. Segundo Moura e Velho (2011), a divisão entre minérios metálicos e minerais e rochas industriais (que varia de autor para autor) acarreta por vezes ambiguidades, pois uma matéria-prima pode ser utilizada na produção de um metal, ou na produção de um produto (composto) com aplicação industrial distinta da produção de metais. A título de exemplo veja-se o caso da bauxite, este minério é considerado um mineral industrial apesar de 80-85% do produto final ser alumínio. A bauxite serve para produzir alumina (Al_2O_3) um composto muito utilizado na área dos polímeros. Para Moura e Velho (2011) a divisão dos recursos minerais em classes não é realmente importante, servindo mais como comodismo descritivo e estatístico.

A nova classificação proposta por Perelló *et al.* (2011) é exemplificada na tabela 2.4.

Tabela 2.4. Classificação dos georrecursos proposta por Perelló *et al.* (2011).

| <u>Extraíveis</u> | <u>Não extraíveis</u> | <u>Não Renováveis</u> |
|--|---|------------------------------|
| E1. Destinados para a metalurgia e indústria química. E2. Destinados para as atividades energéticas. E3. Destinados para a transformação e fabrico em indústrias. E4. Destinados para a construção e indústria complementar. E5. Destinados para a atividades agrícolas e solos. E6. Utilizados para o fabrico de gemas e outros elementos decorativos. | NE1. Científicos NE2. Culturais NE3. Património NE4. Didáticos NE5. Recreativos | |
| <u>Renováveis</u> | | |

A tabela 2.4., apresenta uma nova classificação, que embora de uma forma concisa, inclui todos os materiais disponíveis e facultados pela Geologia. Em cada grupo dos recursos extraíveis, e não extraíveis, existe uma grande diversidade de materiais que podem ser enumerados. A título de exemplo, o caso de estudo que se desenvolve no presente trabalho, os georrecursos da pedreira da empresa Alexandrino Pais Leitão Lda., são considerados, de acordo com a classificação de Perelló *et al.* (2011), como georrecursos extraíveis e destinados para a construção e indústria complementar (E4). Contudo, podem, e de acordo com a mesma classificação, ser considerados georrecursos não extraíveis científicos e didáticos (NE1 e NE4). De facto, um dos grandes objetivos deste trabalho é o de aproveitar um georrecurso extraível importante, para a sociedade, e utilizá-lo, também, como fonte de conhecimento científico e didático.

2.3. A importância dos georrecursos na sociedade

2.3.1. Considerações históricas

A pedra é a mais antiga aquisição abiótica do Homem a partir dos recursos ambientais que tinha ao seu dispor (Velho *et al.*, 1998).

A vida depende, em grande escala, do mundo inorgânico. Ao longo dos tempos da história da Humanidade, o Homem tem aproveitado os recursos à medida das necessidades de desenvolvimento e das capacidades de o explorar. Este tipo de recursos foi amplamente utilizado pelo Homem desde os primórdios, basta remeter à “descoberta” do fogo recorrendo a pedras de sílex, ou ao fabrico de armas arcaicas com rochas cortantes.

A História da Humanidade, de acordo com os historiadores, é dividida em várias idades. Esta divisão pauta-se pelos recursos minerais utilizados pelo Homem durante os referidos períodos. Este facto resulta da observação de achados arqueológicos, surgindo, assim as designações de Idade da Pedra (Paleolítico), Idade do Bronze, Idade do Ferro e Idade do Cobre (Neolítico).

A história da evolução humana é denotada da importância que esta teve no seu desenvolvimento, de onde as designações de Paleolítico, Mesolítico e Neolítico, correspondem a uma tipologia de conceitos ligados à evolução da tecnologia da pedra (Velho *et al.*, 1998).

O contacto entre o Homem e a pedra é ancestral, envolto em valores prático-utilitários, simbólicos e estéticos, que se têm vindo a perpetuar ao longo do tempo, numa grande

diversidade de elementos, com formas e funções distintas. O legado da pedra, que inclui a arte de trabalhar, constitui-se como patrimônio da humanidade adquirindo uma importância vital na interpretação do passado, construção do presente e idealização do futuro nos ecossistemas humanos. A pedra apresenta-se como uma matéria que desde sempre interligou o Homem na elaboração dum discurso de significados e símbolos, concretizando em elementos que refletem diferentes vivências e culturas. Através da pedra, o Homem marcou a paisagem caracterizando-a como própria, depositando sobre ela a sua pegada cultural e conferindo-lhe uma identidade (Pinto *et al.*, 2006).

A pedra natural é do ponto de vista histórico o material onde está registada a história do Homem, por isso a história da primeira e a do segundo estão intimamente ligadas. O estudo de uma é, indiretamente, o estudo do outro, com uma particularidade consistente desde os primórdios da humanidade, a pedra tem tido, também um sentido mágico-religioso (Jimeno, 1996).

A utilização dos recursos minerais remonta a 300000 a.C., onde os primeiros povos se ocupavam da obtenção de sílex para o fabrico de armas de pedra. A utilização dos recursos na referida época, vai muito para além dos utensílios de caça, ou seja, o Homem recorreu às rochas para a construção de locais de culto, de rituais pagãos e religiosos e de atos fúnebres, nomeadamente, com a construção de antas, dolmens e menires (Jimeno, 1996). Os dólmens eram construções exuberantes e grandiosas, feitas exclusivamente por rochas, e são verdadeiros exemplos de construções megalíticas. Estas construções eram monumentos funerários, localizados quase sempre nos planaltos, eram construídos por blocos de rochas que pesavam mais de trinta toneladas (Jimeno, 1996).

O desenvolvimento mais importante da utilização/aplicação das rochas ornamentais é milénar, surgiu por volta do ano 10000 a.C. na Turquia. As rochas foram utilizadas como materiais simples de construção aplicadas na elevação de cabanas, que eram feitas segundo uma estrutura com fundações circulares de pedra e com paredes feitas de madeira e barro. Posteriormente começaram as construções primitivas de abrigos totalmente em pedra, com formas abobadadas. No entanto, foi entre os anos 5000 e 3000 a.C., que as rochas começaram a ser verdadeiramente empregues como ornamento. Existem múltiplos exemplos como é o caso dos cones de pedra embebidos em gesso que se utilizavam para decorar as fachadas na Mesopotâmia, os revestimentos em calço da povoação de Dimini na Grécia, e os túmulos dos faraós da I Dinastia com paredes externas em pedra. Associada à utilização da pedra está, evidentemente, a localização dos pontos de extração (pedreiras). Deixando de lado as primitivas explorações de horizontes de solo que continham sílex, há que voltar, em alguns países ao Paleolítico, para encontrar as primeiras pedreiras que se tem conhecimento. Indubitavelmente estas tiveram a sua origem quando o Homem considerou necessário construir monumentos ciclópicos, ou para fins astronómicos, ou simplesmente como templo para os Deuses, ou lugares para enterrar os mortos (Jimeno, 1996).

Era também na rocha, que o Homem Pré-Histórico pintava os animais que o rodeavam, nas designadas cenas de caça, conhecidas como Arte Rupestre.

As pedreiras pré-históricas conduziram à formação do primeiro sistema de galerias e mais tarde poços, pelo que surgiram as primeiras explorações subterrâneas durante o período Neolítico. A partir deste período o Homem centrou, também, a sua atenção para os minérios metálicos. Os metais mais apreciados, na referida época, eram essencialmente ornamentais, a título de exemplo, a hematite era extraída para a elaboração de pinturas em rituais religiosos/pagãos.

O Neolítico representou um período importante na evolução da civilização humana porque se perderam os hábitos de nomadismo, para dar lugar à sedentarização e fixação do homem em

determinados locais. A domesticação de animais e sobretudo de plantas, esta última ocorrida por volta dos 8000 a.C., modificou bastante as condições de vida e o recurso aos minerais não metálicos (Velho *et al.*, 1998). A introdução da agricultura implicou, segundo Velho *et al.* (1998), a existência de habitações permanentes, e portanto matéria-prima para a sua constituição. A madeira passou a ser utilizada para habitações vulgares, mas a pedra foi logo utilizada para moradias dos chefes e para os edifícios públicos, em especial de culto. O Neolítico assiste inclusive a construções votivas de grande importância, que constituem a civilização megalítica (Velho *et al.*, 1998).

A partir de 7000 a.C. desenvolveu-se a metalurgia do cobre até à produção de ligas metálicas com características variáveis de fusão, dureza e flexibilidade. Estes serviam apenas para o fabrico de ferramentas, armas e utensílios, bem como para a realização de obras arquitetónicas, como aquedutos, edificações, etc. O conhecimento e a capacidade de trabalhar os metais permitem distinguir o grau de civilização e o progresso alcançado por um povo antigo (chineses, babilónios, egípcios, gregos, etc.).

As primeiras ligas de bronze foram produzidas a partir de 2600 a.C.. Os povos do Mediterrâneo Oriental processavam quantidades massivas de cobre, chumbo e prata a partir de minérios (óxidos e sulfuretos metálicos). Os chineses iniciavam a extração de carvão como combustível.

Cerca de 950 a.C., os Fenícios iniciam a exploração da Mina de Rio Tinto (Espanha), com o objetivo da extração da prata. A partir do ano 700 a.C. foram utilizadas as primeiras ferramentas de ferro para a extração de sal-gema, na Áustria, e na mesma época os chineses descobriram o petróleo e o gás natural em explorações de sal, e também inventaram a porcelana. As primeiras armas fabricadas em aço são datadas de 600 a.C. na China.

O grande sistema económico atual, teve como origem simples a “moeda” que foi introduzida cerca de 2250 anos antes da atual Era. Estas eram (e são) constituídas por corpos metálicos apenas possíveis após o início da extração dos metais. Começaram a ser moldados de várias formas e sem qualquer inscrição (Sousa, 1942).

Os egípcios utilizaram amplamente os recursos minerais que dispunham, nomeadamente na construção e como ornamento. Além disso, os egípcios aprenderam a usar diversos materiais em maquilhagem. Minerais e pedras preciosas eram a base de muitos cosméticos, as sobras coloridas feitas de trituração de malaquite, lápis-lazúli, rubi entre outros. Ouro, cobre e turquesa eram alguns dos minerais que os egípcios extraíam e com os quais produziam magníficas obras de arte. Como exemplo de aplicação de pedra por este povo refere-se à Pirâmide e Esfinge de Gizé (figura 2.5), que foram construídas com grandes blocos de calcário, granito e tijolos de barro.



Figura 2.5. Pirâmides egípcias (www.google.pt/imgres?imgurl).

O conhecimento mais generalizado que existe relativamente à exploração mineira da época romana, está geralmente associado à extração e ao aproveitamento de recursos minerais metálicos, contudo, outros minerais e rochas estiveram na origem de outras indústrias

extrativas cujo valor económico não se pode menosprezar, e são estes os materiais mais comuns de encontrar aquando da investigação de um sítio romano. Esta exploração fazia-se, sobretudo, para satisfazer as necessidades locais: das cidades e dos particulares (extração e aproveitamento de rochas, produção de cerâmica, por exemplo).

O império Romano, dada a sua extensão e domínio nas trocas comerciais, foi fundamental para a determinação do ouro como moeda de trocas, sendo que foi precisamente durante a sua expansão que se cunharam moedas de prata e ouro, que se afirmaram como principal troca comercial. Desta sequência advém a prospeção do ouro e/ou outros metais e, daí a ocupação de potenciais áreas de exploração mineira, como se verificou no sul de Portugal.

As civilizações grega e romana recorreram aos recursos minerais, não só para a elaboração de armas e armaduras utilizadas nas conquistas e expansão dos seus impérios, mas também para a construção de imponentes monumentos que caracterizam as mesmas, os aquedutos, as arenas, as colunas e capitéis, as estátuas e bustos, estradas e caminhos romanos, ponte, etc. (Jimeno, 1996).

A imponente utilização dos recursos geológicos, nomeadamente os recursos minerais toma a sua grandiosidade durante a Idade Média, o ouro acentua a sua qualidade de nobre, sendo utilizado pela nobreza em aplicações como tiaras, coras, cetros, e imponentes objetos de adorno pessoal, ou das próprias residências. A utilização das pedras preciosas também é evidente nesta época, os rubis, os diamantes, as safiras são exemplos de aplicações em adornos reais, materializando o poder supremo com estes recursos, lembrando as coroas dos reis que eram feitas a partir de ouro e pedras preciosas (figura 2.6). O clero, também era uma classe social que fez um amplo uso dos recursos minerais, como por exemplo os anéis de rubi utilizados pelos cardeais. As peças de mobiliário, salvas de prata, copos, pratos, talheres também eram feitos de metais. A utilização do ouro também é notória em peças de arte sacra, nomeadamente nas custódias ou ostensórios. Os revestimentos interiores das igrejas eram feitos também em talha dourada (altares, por exemplo), em rocha ornamental e cerâmicos.



Figura 2.6. Adornos em coroas (Fonte: <http://www.royal.gov.uk>).

A Idade Média também é caracterizada pela construção de castelos (figura 2.7) e palácios, construídos pela nobreza, profundamente decorados com mármore provenientes de distintos locais. Estas construções são autênticos “museus vivos” no que respeita à variedade e aplicação destes recursos. Em Portugal, existem inúmeros exemplos, como é o caso do Palácio de Vila Viçosa (figura 2.8), o Palácio de Mafra, o Mosteiro dos Jerónimos, o Palácio Nacional de Queluz, entre outros.



Figura 2.7. Castelo de Almourol.



Figura 2.8. Fachada em mármore do Palácio de Vila Viçosa.

O cimento que foi descoberto no final do século XVIII, utiliza como matérias-primas o calcário margoso e o gesso; está na base da civilização industrial atual e permitiu grande desenvolvimento das construções no século XIX e sobretudo no século XX (Velho *et al.*, 1998).

Muitas matérias-primas minerais não metálicas de importância industrial têm sido utilizadas com vários fins, nos séculos recentes. Outras usadas desde sempre, tornaram-se indispensáveis pela série de produtos de transformação que fornecem. Está neste caso, o sal, utilizado desde longa data como alimento, na conservação de alimentos, no embalsamento, etc., e que na Era Industrial foi matéria-prima de muitos produtos essenciais como o cloro, a soda, etc. (Velho *et al.*, 1998).

Muitos processos industriais utilizam minerais para melhorar a qualidade do produto final (caso das cervejarias que utilizam diatomito para auxiliar a filtragem). Sectores da construção civil e da cerâmica dão a clara percepção da presença dos minerais industriais (Velho *et al.*, 1998).

As alterações no estilo de vida do Homem, implicaram mudanças profundas quer na própria organização social, nas condições de vida, e naturalmente, no avanço da tecnologia da pedra. Ou seja, o Homem adaptou, modificou e transformou a “pedra” ao longo da história da humanidade para bem satisfazer as suas necessidades e requisitos, conferindo-lhe novas funções, num processo que hoje em dia apelidamos como avanço tecnológico.

Muitas matérias-primas, minerais não metálicas de importância industrial têm sido utilizadas com vários fins, nos séculos recentes. Outras, usadas desde sempre, tornaram-se indispensáveis pela série de produtos de transformação que fornecem. Das mais humildes matérias-primas minerais não metálicas (areia, barro, brita, etc.) às mais nobres (alumina, rochas ornamentais e gemas), estes recursos são fundamentais ao desenvolvimento industrial, agrícola, urbano e comercial (Velho *et al*, 1998).

Na eventualidade de se imaginar a aplicação dos recursos geológicos, será uma hercúlea tarefa, a de enumerar as suas utilizações. Estes fazem parte de todos os componentes da civilização. Os recursos geológicos são utilizados na indústria, na construção, na produção de energia, na medicina, no estudo da ciência, na tecnologia, na alimentação, podendo afirmar-se que muitos desconhecem a verdadeira importância da utilização dos recursos geológicos.

2.3.2. O consumo dos Georrecursos e a evolução da Humanidade

Pode-se afirmar que fatores como a sedentarização das populações, e o avanço da ciência e tecnologia contribuíram para um crescimento exponencial das populações, refletindo-se no aumento generalizado da população mundial, como o evidenciado na figura 2.9. Por sua vez a capacidade de raciocínio humana, permitiu e permite ao Homem criar, transformar e produzir materiais que visem melhorar a qualidade de vida da população e a condição humana.

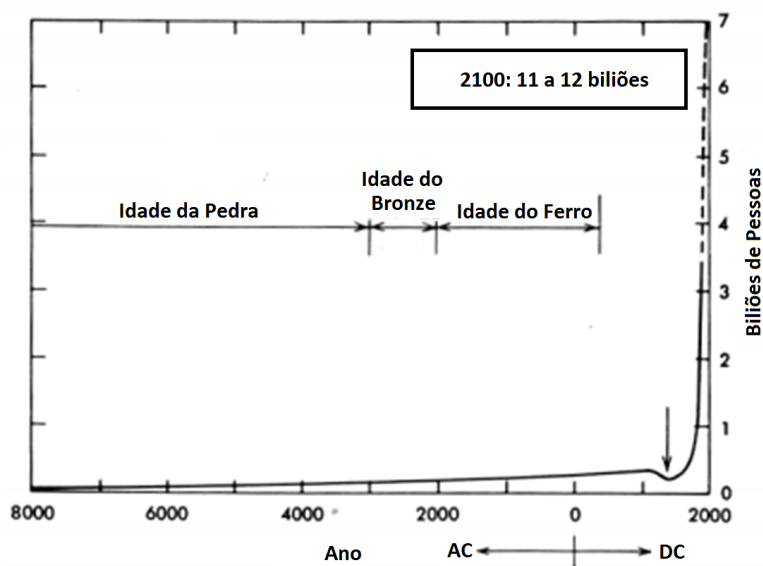


Figura 2.9. Aumento da população mundial ao longo dos tempos (adaptado de Skinner & Porter, 1996).

Atualmente, o crescimento demográfico conduz a um aumento das necessidades e a uma exploração cada vez mais intensificada dos recursos naturais, de modo a satisfazer um maior número de pessoas. Os recursos naturais são pois considerados recursos da Humanidade, sendo a sua exploração feita de um modo crescente, e em muitos casos, descontrolado.

O mundo físico tem limites que mais cedo ou mais tarde restringem todas as formas de crescimento (Freitas, 2005). O crescimento rápido da população tem como consequência primordial o esgotamento da capacidade de satisfação das suas necessidades básicas, nomeadamente em termos energéticos e de alimentação, além de provocar degradação ambiental significativa e o agravamento das consequências das catástrofes naturais, muitas delas devidas a processos geológicos e potenciadas pelos mesmos (Freitas, 2005).

A exploração dos recursos geológicos, não constitui pois uma exceção, uma vez que está assente numa total dependência que as gerações atuais criaram em redor dos mesmos.

Em suma, a população mundial está a crescer exponencialmente, contudo, a formação dos recursos geológicos não consegue acompanhar este fenómeno. Deste modo, existe uma crescente necessidade destes recursos, o que levou à exploração de inúmeros locais, nomeadamente zonas mineralizadas com teores francamente mais baixos, e, atualmente, numa procura destes recursos em zonas inexploradas até à data, os fundos oceânicos.

O problema da disponibilidade de recursos e da avaliação da sua suficiência para suportar sete milhares de milhões de seres humanos numa base sustentável, é uma das questões mais importantes que se colocam atualmente.

A capacidade de suporte do globo depende de uma variedade e quantidade finitas de recursos naturais disponíveis no planeta. Entre eles os Georrecursos! A Geologia tem um papel fundamental no que diz respeito à compreensão dos processos geológicos e a sua relação com as atividades humanas; pode contribuir, pois, para a resolução de situações mais ou menos conflituosas resultantes da interação entre o Homem e o meio físico (Press e Siever, 2000).

O aumento da população e a dependência da mesma sobre estes recursos conduz à emergência de políticas sustentáveis na exploração e na utilização dos recursos geológicos. Um dos aspetos fundamentais, para além do objetivo principal deste trabalho, é o de incutir a responsabilidade de uma gestão sustentável dos mesmos por parte de quem os explora, e por parte de quem é seu consumidor.

A componente prática da atual dissertação permite, para além de explorar o lado didático de uma empresa de indústria extrativa, ainda conceber políticas de desenvolvimento sustentável que deverão ser admitidas por possíveis profissionais na área da Geologia.

2.4. Exemplos da aplicação dos Georrecursos na sociedade

A dependência que a sociedade atual tem dos recursos geológicos é de tal ordem, que se pressupõe que esta seja inata, e que por este modo, a mesma nem sequer seja lembrada ou refletida no quotidiano. Na sociedade moderna, toda a sua organização gira em torno dos recursos geológicos, sendo que os recursos energéticos constituem toda a base de qualquer indústria e pode dizer-se que estes suportam a civilização atual.

Tabela 2.5. Utilizações dos recursos energéticos (adaptado de Moura e Velho (2011) e www.abae.pt).

| <u>Classificação</u> | <u>Designação</u> | <u>Aplicações</u> |
|-------------------------------------|-------------------|---|
| Recursos Energéticos não-renováveis | Carvão | Produção de energia calorífica, que é transformada em energia elétrica (centrais termelétricas). <i>Coke</i> na metalurgia de muitos metais, como o ferro e o aço. Produção de <i>syngas</i> (resulta da gaseificação do carvão para a produção de combustível e químicos orgânicos) |
| | Petróleo | O petróleo é utilizado na produção de: - Butano e o Propano: utilizados como combustível industrial e doméstico. - Gasolina. - O Gasóleo. - Fuelóleo: combustível oleoso pesado utilizado para a indústria e transportes. - Asfalto: produto petrolífero extremamente pesado, obtido do resíduo do petróleo. É utilizado principalmente na pavimentação de estradas. - Termoplásticos. - Plásticos Termoestáveis. - Resinas: utilizadas em tintas, vernizes, na laminação da madeira e cola. - Poliéster: utilizado em fibras têxteis sintéticas. - Silicones: utilizados em borrachas de silicone, |

| | | |
|---------------------------------|-----------|---|
| | | tintas, materiais de isolamento elétrico, impermeabilização de paredes e cosméticos. |
| | Turfa | Produção de energia em centrais termelétricas. Horticultura e melhoramento dos solos. Absorvente do petróleo na indústria. Filtros para a remoção de contaminantes de águas de minas, de sistemas municipais e de sistemas sépticos. |
| | Urânio | No início do séc. XX foi extraído para obter Rádio, necessário ao fabrico de tinta luminosa para relógios, painéis de aviões, e para a medicina. Produção de bombas atômicas. Combustível nuclear (produção de energia elétrica e combustível para porta-aviões e submarinos). Projéteis de guerra e escudos balísticos. |
| Recursos Energéticos renováveis | Geotermia | Produção de eletricidade (Geotermia de alta entalpia) Termas, fins terapêuticos, agricultura, piscicultura, aquecimento de piscinas, aquecimento de edifícios (Geotermia de baixa entalpia). |

No que respeita aos materiais energéticos, estes constituem recursos imprescindíveis para a sociedade humana, como o descrito na tabela 2.5. Em muitas circunstâncias, alguns destes recursos podem ser utilizados para outros fins que não o fornecimento de energia, mas salienta-se que todos os processos de transformação e extração de uma determinada matéria-prima, são integralmente dependentes da energia obtida por estes georrecursos.

Os recursos geológicos influenciam quase todos os aspetos das nossas vidas e estão no centro da nossa sociedade e do desenvolvimento tecnológico (Brodtkom, 2000). O nível de vida que cada indivíduo tem hoje em dia, seria completamente impossível caso não fossem explorados os recursos minerais.

Tabela 2.6. Utilizações dos minerais metálicos (adaptado de Dana (1981), Velho *et al.* (1998), e Moura e Velho (2011)).

| <u>Classificação</u> | <u>Mineral Principal</u> | <u>Metal</u> | | <u>Aplicações</u> |
|----------------------|--------------------------|--------------|----|---|
| Minerais Metálicos | Arsenopirite | Arsénio | As | Preservação de madeiras, herbicidas e inseticidas. Desumidificador na indústria do algodão. Ligas de chumbo para o fabrico de balas. Tratamento da leucemia promielocítica. Indústria eletrónica. |
| | Bauxite | Alumínio | Al | Chapas, tubos, peças fundidas de Al são usadas em carros, aviões, etc. Utensílios de cozinha, aparelhos domésticos e mobílias. Tintas e folhas. |

| | | | | |
|--|------------------|------------|----|--|
| | Galena | Chumbo | Pb | Tintas brancas, vidro, brilho a material cerâmico, chumbo de caça, acumuladores, proteção à radioatividade, balastro em atividades náuticas. |
| | Calcopirite | Cobre | Cu | Fins elétricos, ligas metálicas. |
| | Cromite | Crômio | Cr | Ligas de Ferro (aço), cromagem de acessórios, material elétrico de aquecimento, pigmentos. |
| | Cassiterite | Estanho | Sn | Latas para acondicionamento de alimentos, soldas, pó para polimento. |
| | Columbotantalite | Tântalo | Ta | Condensadores, placas ou fios utilizados na reparação de fraturas ósseas. |
| | Estibina | Antimônio | Sb | Baterias e revestimentos de cabos. Detentores de infravermelhos e diodos. Ligas metálicas para semicondutores. Retardante de chama, aplicado em têxteis. |
| | Hematite | Ferro | Fe | Múltiplas. |
| | Pirolusite | Manganês | Mn | Várias ligas metálicas, desinfetante, tintas (secante), pilhas e baterias elétricas, corante em material cerâmico. |
| | Cinábrio | Mercúrio | Hg | Equipamentos científicos e elétricos, aplicações militares. |
| | Pentlantite | Níquel | Ni | Fabricação de aço inoxidável, ligas metálicas, baterias. |
| | Rútilo | Titânio | Ti | Revestimentos de hastes de solda, eletrodos, arcos voltaicos, cor amarela e porcelana, pigmentação na pintura. |
| | Volframite | Tungstênio | W | Endurecimentos do aço, válvulas, molas, formões, limas, etc. filamentos de lâmpadas, abrasivos e ferramentas de corte, brocas. |
| | Uraninite | Urânio | U | Material bélico e produção energética. |
| | Esfalerite | Zinco | Zn | Galvanização de ferro, fabricação de latão, baterias elétricas, fabrico de tintas, preservação de madeira, medicina. |
| | Ouro Nativo | Ouro | Au | Padrão monetário, joalheria, instrumentos científicos. |
| | Platina Nativa | Platina | Pt | Equipamento químico, elétrico, cirúrgico e joalheria. |
| | Prata Nativa | Prata | Ag | Fins ornamentais, joalheria e cunhagem. |

Tabela 2.7. Utilizações dos minerais não-metálicos (adaptado de Dana (1981), Velho *et al.* (1998), e Moura e Velho (2011)).

| Classificação | Mineral | Aplicações |
|------------------------|----------------|--|
| Minerais Não-Metálicos | Asbesto | Tubos de cimento, placas de cimento, revestimentos e compósitos. Embalagens e cordas, papel, plásticos, coberturas de casas e têxteis. |
| | Barite | Fundações e sondagens profundas na indústria petrolífera, indústria de tintas. |
| | Berilo | Ligas de cobre, indústria automóvel, indústria aeroespacial, telecomunicações. Equipamento de perfurações para a pesquisa e produção de petróleo. |
| | Feldspatos | Tintas, plásticos, borrachas. Vidro e cerâmica. |
| | Fosfatos | Fertilizantes, sabão e detergentes. |
| | Gesso | Placas de gesso, aditivos para cimento, corretivo de solos, indústria farmacêutica, do vidro, cerâmica e papel. |
| | Quartzo | Sectores da metalurgia, abrasivos, refratários e cerâmicos. |
| | Potássio | Fertilizantes, metalurgia, explosivos, cerâmica e indústria farmacêutica. |
| | Salgema | Alimentação, indústria química, degelo de estradas. |
| | Talco | Indústria do papel, fabrico de louça doméstica, porcelana, azulejos e porcelanas elétricas. Tintas, borrachas, plástico e inseticidas. Indústria farmacêutica e cosmética. |

De acordo com o referenciado nas tabelas anteriores (tabelas 2.6 e 2.7), e referido por Magno (2001^a) os recursos minerais fornecem a base de sustentação de vários sectores industriais e de outras atividades económicas relevantes e integram bens de equipamento e consumo, duradouros ou não, essenciais aos padrões de qualidade de vida atuais.

Segundo Magno (2001^b), os recursos geológicos participam em 99% na construção de pontes, estradas e caminhos-de-ferro e em 90% na construção de edifícios, carros e máquinas.

As rochas têm igual importância e grande diversidade de aplicações, como se indica nas tabelas 2.6, 2.7 e 2.8.

Tabela 2.8. Utilizações das rochas (Fonte: Moura e Velho, 2011).

| Classificação | Designação | Aplicações |
|----------------------|-------------------|--|
| Rochas Industriais | Areia e Cascalho | Indústria da construção civil, estradas, misturas com cimento, betão e estabilização de taludes. Indústria vidreira, filtros. |
| | Areia siliciosa | |
| | Argila | Telhas, tijolos, ladrilhos, azulejos, olarias e próteses dentárias. |
| | Argila especial | Indústria cerâmica. |

| | | |
|--------------------|--------------------|---|
| | Calcário | Cimento, cal para o fabrico de argamassas. Vidro, cerâmica, pasta celulósica, tintas, plásticos, inseticidas, papel, fertilizantes, vedantes, indústria farmacêutica, agricultura e indústria agro-alimentar. |
| | Caulino | Cerâmica e papel. Indústria farmacêutica e cosmética. |
| | Diatomito | Indústria química para a remoção de produtos nocivos. Pastas de dentes, e produtos de polimento para automóveis. Aditivo de cimentos porcelânicos. |
| | Dolomito | Agregados, materiais para construção, agricultura, indústria química e metalúrgica. |
| Rochas Ornamentais | Ardósia | Monumentos, escultura, revestimento de fachadas, pisos, mesas, bancos, campas, revestimentos interiores, arruamentos, etc. |
| | Brecha calcária | |
| | Calcário | |
| | Gabro e diorito | |
| | Granito | |
| | Mármore | |
| | Pórfiro | |
| | Quartzito | |
| | Rochas vulcânicas | |
| | Serpentinito | |
| | Sienito nefelínico | |
| | Xisto | |

Como exemplo, refere-se o caso de uma casa, e da aplicação de diferentes georrecursos na construção da mesma (figura 2.10 e tabela 2.9).

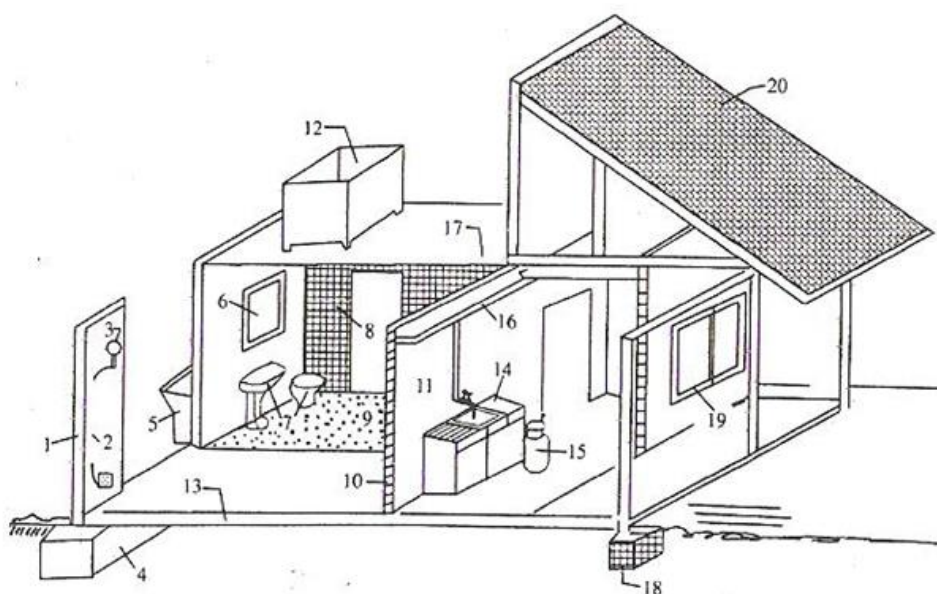


Figura 2.10. Matérias-primas minerais utilizadas na construção de uma casa (retirado de Velho *et al.*, 1998).

Tabela 2.9. Matérias-primas minerais utilizadas na construção de uma casa (fig. 2.11) (Fonte: Velho *et al.* (1998)).

| <u>Elemento da casa</u> | <u>Matéria-prima mineral</u> |
|-------------------------|---|
| 1. Tijolo | Areia, calcário (cimento), argila vermelha |
| 2. Fios | Cobre, petróleo (plástico) |
| 3. Lâmpada | Quartzo (vidro), tungstênio |
| 4. Fundações | Areia, brita, cimento |
| 5. Tanque | Petróleo (plástico), calcário (cimento), areia, brita |
| 6. Vidro | Quartzo, carbonato de sódio, calcário |
| 7. Louça sanitária | Argilas, caulino, quartzo, feldspato |
| 8. Azulejo | Argila, caulino, feldspato, quartzo, dolomito |
| 9. Piso (casa de banho) | Granito, mármore, argila |
| 10. Isolante de parede | Lã de vidro, quartzo, feldspato |
| 11. Pintura | Dióxido de titânio, calcário, caulino, talco |
| 12. Depósito de água | Amianto, cimento |
| 13. Impermeabilizante | Betume |
| 14. Pia de cozinha | Mármore ou níquel, cromo, ferro (aço inoxidável) |
| 15. Botija de gás | Gás natural, petróleo, ferro |
| 16. Canalização | Ferro, chumbo, petróleo (PVC) |
| 17. Placas | Ferro, brita, areia, calcário |
| 18. Fundação | Ferro |
| 19. Janelas (armação) | Alumínio (bauxite) |
| 20. Telhado | Argila (telha), betume, calcário |

Como se constata a dependência dos georrecursos é imensurável e muito mais acentuada em países desenvolvidos, cuja tecnologia e a indústria abarcam grande parte do seu consumo. Por outro lado, as exigências quanto ao aumento da qualidade de vida, a construção de infra-estruturas e de grandes obras, o progresso da ciência e da medicina, tornaram crescente a procura e a utilização de georrecursos. Velho *et al.* (1998), estimam que o consumo de georrecursos *per capita* seja o demonstrado na tabela 2.10.

Tabela 2.10. Consumo anual *per capita* de recursos geológicos num país desenvolvido (Fonte: Velho *et al.* (1998)).

| <u>Recursos</u> | <u>Quantidade</u> |
|--------------------|-------------------|
| Pedra | 4400 kg |
| Areia | 3500 kg |
| Cimento | 330 kg |
| Sal | 170 kg |
| Argila | 160 kg |
| Minerais Metálicos | 760 kg |
| Ferro e aço | 540 kg |
| Alumínio | 19 kg |
| Chumbo | 5 kg |
| Zinco | 5 kg |
| Outros metais | 11 kg |
| Petróleo | 3500 kg |
| Carvão | 2200 kg |
| Urânio | 20 g |
| Gás natural | 2200 kg |

3. A INDÚSTRIA EXTRATIVA EM PORTUGAL

3.1. Breve história da indústria extrativa em Portugal

Os recursos geológicos são a matéria-prima de todas as indústrias, a sua importância e a sua dimensão é tão maior quanto o nível de desenvolvimento de qualquer sociedade. As substâncias minerais constituem matérias-primas essenciais para um grande número de atividades económicas e para um número razoável de indústrias transformadoras. Neste domínio enquadram-se as atividades ligadas à produção de materiais de construção e as de construção de obras públicas, as cimenteiras, as cerâmicas, as indústrias químicas, a do vidro e a do papel (Menezes, 1988).

A indústria extrativa tem demonstrado uma verdadeira importância ao longo dos tempos nos locais onde se tem implantado, nomeadamente em Portugal. Na história do território português, nas suas mais variadas épocas, apresentam-se indícios, factos e retratos da exploração dos georrecursos.

Portugal é um país com grande diversidade de recursos geológicos. A particularidade do território português reside na grande diversidade de jazigos e de diferentes tipos de georrecursos, facto que suscitou enorme interesse pelo nosso solo desde a pré-história e durante a antiguidade (Custódio, 1993). A existência de locais com potencial interesse geológico-mineiro relaciona-se apenas com as características geológicas de uma determinada região, que permitiram a formação e a ocorrência de materiais possíveis de serem explorados pelo Homem. A inevitabilidade dos fenómenos geológicos responsáveis pela formação das grandes ocorrências minerais, surge como grande condicionante de localização da maioria dos empreendimentos da indústria em regiões do país, tradicionalmente menos desenvolvidas, constituindo a maioria das vezes, a principal ou única atividade industrial nessas regiões (Menezes, 1988).

Portugal, embora seja um país de pequenas dimensões, apresenta uma geologia bastante diversificada e forte potencial em recursos minerais metálicos, dos quais se destacam as potencialidades em ouro, estanho e volfrâmio e sulfuretos polimetálicos (Martins e Carvalho, 2007). Os restantes recursos, comumente designados por rochas e minerais não metálicos, não devem ser descurados, tanto pela sua importância económica como social (Martins e Carvalho, 2007). Portugal é um dos principais produtores mundiais de rochas ornamentais, principalmente de mármore provenientes da região de Estremoz – Borba – Vila Viçosa e de calcários da região do Maciço Calcário Estremenho (Martins e Carvalho, 2007). Podem também destacar-se os granitos, explorados principalmente no norte do país. Assim, de acordo com Moura e Velho (2011), a importância relativa dos recursos portugueses variou ao longo do tempo – o volfrâmio, o cobre, as pirites, o mármore e os granitos foram (e são) os recursos mais importantes, do ponto de vista económico, em Portugal.

A atividade mineira em Portugal remonta a um período anterior ao tempo dos Fenícios (Guimarães, 2001, Carvalho *et al.*, 1971). Como exemplo das diversas explorações refere-se o caso da denominada Faixa Piritosa Ibérica, localizada a sul de Portugal (fig.3.1).



Figura 3.1. Minas de São Domingos – vista geral da corta da mina (Faixa Piritosa Ibérica).

Mais tarde, os romanos lutaram pela posse da Península Ibérica, não sendo o principal motivo, a riqueza mineral constituiu um incentivo para este facto (Newman, 2002). As atividades mineiras dos romanos foram muito importantes em Caveira, Aljustrel, Montinho e São Domingos, onde exploravam cobre e prata (Carvalho *et al.*, 1971). Segundo o mesmo autor em Aljustrel encontrou-se um grande emaranhado de galerias e poços cujo máximo chegava a 118 metros de profundidade. É ainda de salientar os vestígios de uma exploração romana em Vila Pouca de Aguiar de onde era extraído ouro (Duarte, 1996).

Com o final do Império Romano, os indícios arqueológicos de atividade mineira são diminutos (Duarte, 1996, Carvalho *et al.*, 1971). Ainda assim, não se poderá ignorar a influência linguística árabe, deste modo, e selecionando um exemplo o nome da cidade de Almada provém do árabe Al-Madan cujo significado é “a mina”. São muitas e evidentes as marcas das explorações de ouro neste concelho. Torna-se, mais tarde, visível a diminuição da atividade, no entanto, a procura de recursos manteve-se durante a Idade Média (Magno, 2001^b).

No início do século XIX, a revolução industrial coloca as questões mineiras num outro plano de atividade económica que com uma imensa necessidade de matéria-prima, fez reabrir diversas minas com grandes evoluções quantitativas e qualitativas (Carvalho *et al.*, 1971). Os engenheiros de minas e os geólogos procuraram fazer nascer um tipo de mina diferente, mais desenvolvida. Introduziram-se máquinas, ultrapassando-se os limites tecnológicos do passado na pesquisa e extração, divisão do trabalho, separação na fase exploratória e de fundição que passou para montante. Assim, a mina gera indústria e o desenvolvimento da indústria cria novos desafios à mina (Custódio, 1993). Em 1959, Portugal registava uma exploração de 600 000 t/ano de carvão, e na década de 90 só na mina do Pejão eram exploradas 200 000 t/ano, sendo que esta mina atualmente se encontra encerrada (www.igeo.pt)

Portugal que tinha reservas de urânio relativamente importantes, em particular no interior centro, com destaque para as áreas de Viseu e Portalegre, foi um dos primeiros países a explorar este recurso, logo após a sua descoberta nas jazidas da Urgeiriça, em 1907, embora o fizesse para extração de rádio, sendo o urânio rejeitado como ganga. Só com o decorrer da II Guerra Mundial se dá valor a este recurso, matéria-prima para a energia nuclear. A sua exploração, a princípio descontrolada, passou a ser, a partir de 1962, dirigida pelo Estado Português (www.igeo.pt).

De acordo com Velho *et al.* (1998), os minerais industriais tomaram grande importância em Portugal a partir da 2.ª Grande Guerra Mundial, primeiro com a necessidade de reconstruir a Europa devastada e, depois, em fase posterior (anos 60), com a consolidação do sector industrial.

A produção desenfreada de materiais bélicos necessitou de matéria-prima, essencialmente metálica, originando assim uma exploração e exportação igualmente em grande escala de volfrâmio. Como é o caso da mina da Panasqueira cuja exploração remonta ao século XIX, e que teve uma importância muito relevante para a economia regional e nacional. Com o decorrer das 1.^a e 2.^a Guerras Mundiais, a grande procura deste recurso, para a indústria militar, despoletou a atividade extrativa. Com a proibição da extração de volfrâmio a partir do pós-guerra, intensificou-se a exploração de cassiterite e a produção de concentrados de cobre.

Os choques petrolíferos dos anos 70 e 80 conferiram grande importância aos minerais industriais. Até então, com os baixos preços energéticos praticados, não existiam preocupações a nível das políticas de poupança energética. Com os elevados preços de energia posteriormente praticados, houve uma procura por materiais menos densos, mais leves e facilmente disponíveis. Nos automóveis há uma substituição progressiva de metais por plásticos (que incorporam na sua estrutura minerais industriais), em certos tipos de papel há uma substituição da fibra celulósica (matéria-prima de preço elevado) por minerais industriais como carga, etc. (Velho *et al.*, 1998). Os mármore de Estremoz podem ser utilizados, também, como fonte de carbonato de cálcio para produzir papel de elevada qualidade.

A exploração de minerais não metálicos em Portugal também é de referir, existem determinados monumentos, de idade secular, que evidenciam a utilização desses mesmos recursos, como é o caso do Mosteiro dos Jerónimos, ou da Sé Catedral de Lisboa. Estima-se que a exploração de calcários ornamentais tenha começado há mais de oito séculos (fig.3.2).



Figura 3.2. Pedreira antiga do Vale de Alcântara (Fonte: Pinto, 2005).

No conjunto dos recursos minerais de Portugal o sector das rochas ornamentais (fig. 3.3) é o que mostra maior interesse e potencial e é o sector de maior valor acrescentado, sendo essencialmente um produto de exportação, colocando Portugal em posições relevantes no mercado internacional (Moura e Velho, 2011). Apesar da grande diversidade evidente neste sector, a designação comercial para os vários tipos de rocha engloba apenas três tipos, os mármore e calcários, o granito e a ardósia. Dentro destas três designações comerciais incluem-se diferentes rochas com características e génese muito diferentes. As designações comerciais, uma vez que adotam uma terminologia limitada e por isso muito abrangente, revelam a riqueza petrológica de Portugal (Moura e Velho, 2011).



Figura 3.3. Pedreira de mármore, em Vila Viçosa, pedreira de exploração mista a céu aberto e em subterrâneo da empresa Lugramar, Lda.

As rochas industriais, de grande importância no sector da construção, ocorrem em abundância no território português. Correspondem essencialmente a rochas sedimentares, mas os granitos também se apresentam elevada consideração neste sector. Este tipo de recurso é explorado em grande volumetria, o que não significa necessariamente elevado valor económico, uma vez que são recursos minerais relativamente baratos, quando comparados com outras classes de recursos minerais. Devido ao facto de explorarem predominantemente rochas de origem sedimentar, as maiores explorações de rochas industriais localizam-se em locais específicos, causando um desequilíbrio geográfico uma vez que a atividade extrativa se concentra na Orla Meso-Cenozoica, Ocidental e Meridional, isto é na faixa litoral entre Setúbal e Porto e no Algarve. Nas restantes regiões do país, pertencentes ao Maciço Ibérico, localizam-se as unidades extrativas de rochas siliciosas, rochas ígneas e gnaisses para a produção de agregados.

A utilização de materiais cerâmicos em Portugal também tem uma tradição histórica. São várias as ocorrências desta matéria-prima em Portugal, nos distritos de Lisboa, Santarém, Leiria, Coimbra e Aveiro localizam-se mais de 75% das unidades de transformação (Moura e Velho, 2011). Podem, também, encontrar-se no Maciço Ibérico unidades extrativas de argilas comuns para abastecimento da cerâmica vermelha (telha e tijolo) (Moura e Velho, 2011).

Rochas industriais como os agregados, a areia comum (fig.3.4), a areia especial, as argilas, o calcário e o dolomito têm aplicações predominantemente ao nível da construção civil, da indústria vidreira e da cerâmica. A exploração das rochas industriais envolve um elevado número de empresas de unidades extrativas e transformadoras que se distribuem de forma heterogénea por Portugal e, à semelhança de outros georrecursos, constituem um fator importante na economia regional.



Figura 3.4. Areeiro da Sibelco em Rio Maior (vista geral).

No território português verifica-se a exploração de minerais industriais. A diversidade é elevada, embora o seu interesse económico seja menor do que outros tipos de minerais. Isto deve-se ao facto de Portugal não ter sido favorecido pelos processos geológicos relativamente à sua quantidade e qualidade (Moura e Velho, 2011). A importância dos minerais industriais foi sempre bastante limitada, condicionada pelo dimensionamento das ocorrências minerais, para além da sua qualidade (Moura e Velho, 2011).

Muitos destes minerais ocorrem em formações acompanhados de muitas impurezas, ou apresentam um valor residual, que inviabiliza a sua exploração. Contudo, existem atualmente, locais de extração de feldspato, quartzo, gesso, talco, berilo e lítio, barite, halite, entre outros.

A exploração de rochas ornamentais e industriais teve grande importância nas décadas de 70 e 80. Na década de 80, a produção não metálica (com destaque para as rochas ornamentais e industriais) não parou de crescer, revelando mesmo uma dinâmica económica muito apreciável (Barroqueiro, 2001/02). No entanto, este sector, na década de 90 apresentou sérios problemas, evidenciando-se uma crise grave, com grande diminuição da produção e da comercialização.

Apesar das condicionantes existentes, como as políticas ambientais e de sustentabilidade para a exploração de georrecursos, da crise no sector da construção, do aparecimento de novos materiais (rochas artificiais, por exemplo), a indústria extrativa, atualmente apresenta uma nova dinâmica no panorama nacional, pautando-se pela exploração de mercados internacionais de grande importância, pela qualidade dos materiais comercializados e pelo avanço de meios tecnológicos de exploração e processamento. Poder-se-á inferir que Portugal se apresenta como um país onde a atividade extrativa esteve associada às minas subterrâneas (carvão e outros minerais metálicos), está agora muito centrado na exploração em pedreiras (Barroqueiro, 2001/02). No campo das rochas e minerais não metálicos, após um período de recessão recente, datados dos anos 90, Portugal começa a dar mostras de reação ao fenómeno de globalização através de investimentos mais racionais, diversificação e inovação de serviços e produtos (Barroqueiro, 2001/02).

A atividade económica ligada ao aproveitamento dos recursos tem vindo a evoluir, muito particularmente alargando o conceito de indústria extrativa a novos domínios de atividade económica que aproveitam os mesmos recursos. Nestes novos domínios utilizam-se, pelo menos parcialmente, tecnologias, modelos e conceitos de gestão desenvolvidos para a indústria “clássica”. Deste modo, poder-se-á englobar na designação de “nova” indústria extrativa as águas minerais e de nascente, a geotermia (de alta e baixa temperatura), a mineração inversa, a exploração de areias e cascalho dos fundos marinhos e outras atividades ligadas à utilização dos recursos minerais (Costa, 2001). Dados facultados pela Assimagra referem que no último ano o crescimento neste sector foi de 20%.

Neste sentido pode-se afirmar que a utilização dos recursos geológicos tomou uma nova dinâmica e diferentes aplicações, que podem estar associadas diretamente à extração e aplicação das matérias-primas. Contudo, os recursos geológicos, atualmente, podem ser utilizados como fonte de divulgação científica e cultural, conferindo um maior grau de conhecimento para as comunidades envolvidas à indústria extrativa, assim como à população em geral. A exploração dos recursos geológicos deve ser feita no sentido de aproveitar toda uma vasta área já explorada e/ou em exploração, como um “laboratório”, de forma a desmistificar determinadas ideias pré-concebidas, muitas vezes causadas pelo desconhecimento total deste tipo de indústria. As áreas contíguas à indústria extrativa necessitam de ser vistas como áreas de enorme potencial, levando à implementação de programas de recuperação das mesmas, sendo que a estes se associam, com alguma frequência, projetos turístico-culturais de diversificação económica, valorizando o património de arqueologia industrial deixada pela atividade mineira, a que se pode acrescentar a preservação de valores naturais que lhe estão, geralmente associados, como sejam, a mineralogia e a

geologia das formações. Em Portugal existem já alguns exemplos, de que se realça a mina do Lousal (Costa, 2001). Outros há, que serão alvo de análise e sugestão na presente dissertação.

3.2. Importância económica atual da indústria extrativa no País, e a sua relação com a Sociedade

3.2.1. Importância económica da indústria extrativa

No final do século XX denota-se uma evolução na exploração da indústria extrativa. A produção global da indústria extrativa no último decénio do século XX passou de 482 M €, em 1991, para 623 M € em 2000, correspondendo a uma taxa média de crescimento anual de 3% (Costa, 2001). Este facto pode ser analisado pormenorizadamente nas tabelas 3.1 e 3.2 que evidenciam o número de estabelecimentos mineiros e a quantidade das importações e das exportações em Portugal.

Tabela 3.1. Número de estabelecimentos mineiros no ano de 2012 (Fonte: DGEG).

| | <u>Número de estabelecimentos</u> |
|---------------------------|-----------------------------------|
| Minérios Metálicos | 5 |
| Minerais Industriais | 61 |
| <u>Rochas Industriais</u> | |
| Agregados | 277 |
| Cimento e cal | 18 |
| Argila e caulino | 67 |
| <u>Rochas Ornamentais</u> | 357 |
| Total | 785 |

Tabela 3.2. Importações e exportações dos recursos geológicos de Portugal no ano de 2013 (Fonte: DGEG).

| | <u>Importações</u> | | <u>Exportações</u> | | <u>Diferença</u> |
|---------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | 10 ³ t | 10 ³ € | 10 ³ t | 10 ³ € | 10 ³ € |
| Energéticos (carvões) | 4 214 288 | 249 633 | 10 156 | 1 784 | - 247 849 |
| Minérios Metálicos não Ferrosos | 8 394,4 | 9 145,4 | 445 441 | 435 710 | 426 564,6 |
| Minérios de Ferro | 137,6 | 74,2 | 23 | 28 | - 46,2 |
| Rochas Ornamentais | 191 496 | 44 536 | 1 706 685 | 372 811 | 328 275 |
| Minerais Industriais | 921 823 | 93 650 | 783 108 | 40 196 | - 53 454 |
| Agregados | 41 218 | 1 769 | 305 895 | 3 282 | 1513 |
| Minerais para cimento e cal | | 912 | 8 182 | 604 | - 308 |
| | 7 757 | | | | |
| Total | 5 385 114 | 399 719,6 | 3 259 490 | 854 415 | 454 695,4 |

Comparando com o número de estabelecimentos referido por Menezes (1988), que refere a existência de 979 estabelecimentos e de acordo com os dados da tabela 3.1. evidenciaram-se 785 estabelecimentos mineiros. A diminuição deste número de estabelecimentos pode estar relacionada com a agregação de alguns estabelecimentos por forma a serem otimizados os rendimentos.

Em 2014, o grupo mais significativo dos recursos geológicos portugueses, em termos económicos, é o dos minérios metálicos (435 M€) seguido das rochas ornamentais (372 M€). Considerando a diferença entre o valor das exportações e das importações, dados de 2013, o sector mineiro em Portugal mostra boa *performance*, na globalidade, com excedente comercial de mais de 400 M€. Os sectores dos minérios metálicos e das rochas ornamentais têm saldos altamente positivos. (Moura e Velho, 2011).

As principais produções centram-se essencialmente em minérios metálicos (cobre, estanho e tungsténio), nas minas de Aljustrel, Neves Corvo (com elevados índices de produtividade), onde são explorados Cu-Zn, e Panasqueira (W-Sn-Cu), Corga, Corga da Poldrinha e Teixugueiras (as três de Sn-Ti); e minerais não metálicos (sal-gema, caulino, feldspato e talco, por ordem de importância económica), mantiveram volumes de produção relativamente estabilizados (Costa, 2001).

A importância da existência e exploração destes recursos é de tal forma inquestionável, quanto a possibilidade em quantificá-la. A implementação de um estabelecimento mineiro, seja qual for a natureza da sua exploração, permite o desenvolvimento de uma série de infraestruturas e/ou condições económicas para as populações. Em primeiro lugar salienta-se a criação de emprego direto, nomeadamente a mão-de-obra qualificada e a não-qualificada. Posteriormente desenvolvem-se todos os sectores dependentes da indústria extrativa, nomeadamente oficinas, comércio especializado, empresas transportadoras, restauração e comércio tradicional, entre outros.

3.2.2. A relação da indústria extrativa com a sociedade envolvente

Apesar de todo e qualquer lugar poder estar sujeito à implementação de uma indústria extrativa, dependendo o recurso que aí lhe assista, em Portugal, muitas das explorações situam-se no interior, em locais, por vezes, distantes dos grandes centros urbanos. Como exemplo a Mina de Neves Corvo, em Castro Verde (fig. 3.5 e fig. 3.6), a exploração de mármore ornamentais na região de Borba-Vila Viçosa-Estremoz ou as explorações de argila na região de Aveiro.



Figura 3.5. Exploração de jazigos metálicos da Faixa Piritosa Ibérica, Mina de Neves Corvo em Castro Verde (vista geral).



Fig.3.6. Exploração de jazigos metálicos da Faixa Piritosa Ibérica, Mina de Neves Corvo em Castro Verde (interior da mina).

A implementação de minas ou de uma outra qualquer indústria extrativa não se prende apenas com os requisitos formais adotados pelas demais empresas. Assim, as condições de implementação de qualquer indústria extrativa, no sector dos georrecursos, relaciona-se antes de mais com a existência de uma jazida, que tal como o nome indica, determina uma exploração viável. Portanto, a localização deste tipo de indústria é aleatório quanto aos demais fatores, o que implica, que se possam estabelecer indústrias deste tipo em meios rurais, onde existe um total desconhecimento sobre a mesma. A mão-de-obra aqui encontrada é pouco qualificada, com baixos níveis de escolaridade e em muitos casos, onde se vive essencialmente da agricultura. A indústria extrativa (...) tem sido ao longo dos anos a verdadeira “locomotiva económica” nas áreas menos favorecidas, sendo ainda hoje frequente que a sua paralisação (...) determine grandes problemas socioeconómicos e nível local e regional (Menezes, 1988).

Atualmente o aumento de pressão junto da indústria extrativa no sentido da melhoria do seu desempenho ambiental e social provocou mudanças óbvias na qualidade de vida das populações envolvidas (trabalhadores e não trabalhadores), sob todos os aspetos, económicos, ambientais de segurança e saúde.

Neste sentido, uma exploração para além de necessitar de ser economicamente sustentável, tem que incorporar conceitos como os da preservação do ambiente, responsabilidade social, promover outras atividades para além do encerramento da exploração e desenvolver capacidades nas comunidades locais (Hoskin, 2000 em Figueiredo *et al.*, 2008).

Nos países mais desenvolvidos existe uma preocupação crescente em relação à indústria extrativa, nomeadamente na implementação de métodos de extração que respeitem e preservem uma restrita política ambiental. Deste modo, a localização da indústria extrativa depende da existência do jazigo, mas também tem em fator de conta para a sua implementação numa determinada região, as menores restrições impostas.

A indústria mineral vê-se obrigada a evoluir, em consequência de Portugal estar integrado na União Europeia, de modo a que a exploração da mesma seja feita em moldes que assentam em políticas ambientais sustentáveis. Em Portugal assistiu-se ao desenvolvimento e consolidação da produção de rochas ornamentais (calcários, mármore e granitos,

principalmente), das matérias-primas cerâmicas (caulinos, feldspato, argilas especiais e argilas comuns) e em resposta às necessidades de criação de infra-estruturas e renovação do parque habitacional, à produção de areias, britas e calcários para a indústria da cimenteira. Em alguns casos, nomeadamente ao nível das pequenas empresas, Portugal não conseguiu acompanhar a necessidade de inovação tecnológica, por falta de meios e de investimento, o que impossibilita Portugal de competir ao nível de materiais com elevado valor acrescentado, característicos de países tecnologicamente evoluídos. Segundo Barroqueiro (2001/2002), a estes condicionalismos acrescenta-se a necessidade de desenvolver a actividade em conformidade com padrões ambientais modernos, que vieram acentuar a vulnerabilidade económica de algumas explorações. A ineficácia, a dada altura sentida em Portugal, possibilitou e promoveu o abandono de locais de extração, o desinteresse da comunidade em geral, a desatenção para este sector e a predominância de uma certa falta de conhecimento associada à importância deste sector.

3.3. Inventário e localização das principais explorações

Atualmente este sector encontra-se dissipado por todo o território português (fig. 3.7). A heterogeneidade geológica e a ocorrência de diferentes massas minerais são o fator mais importante para a determinação da localização das explorações, mas é de referir a viabilidade económica da exploração, que também determina a existência das mesmas, como vai ser especificado no capítulo 4 deste trabalho. Os dados da tabela 3.3 demonstram os valores económicos dos recursos minerais extraídos e as respetivas quantidades, denotando-se a verdadeira importância deste sector na economia do país.

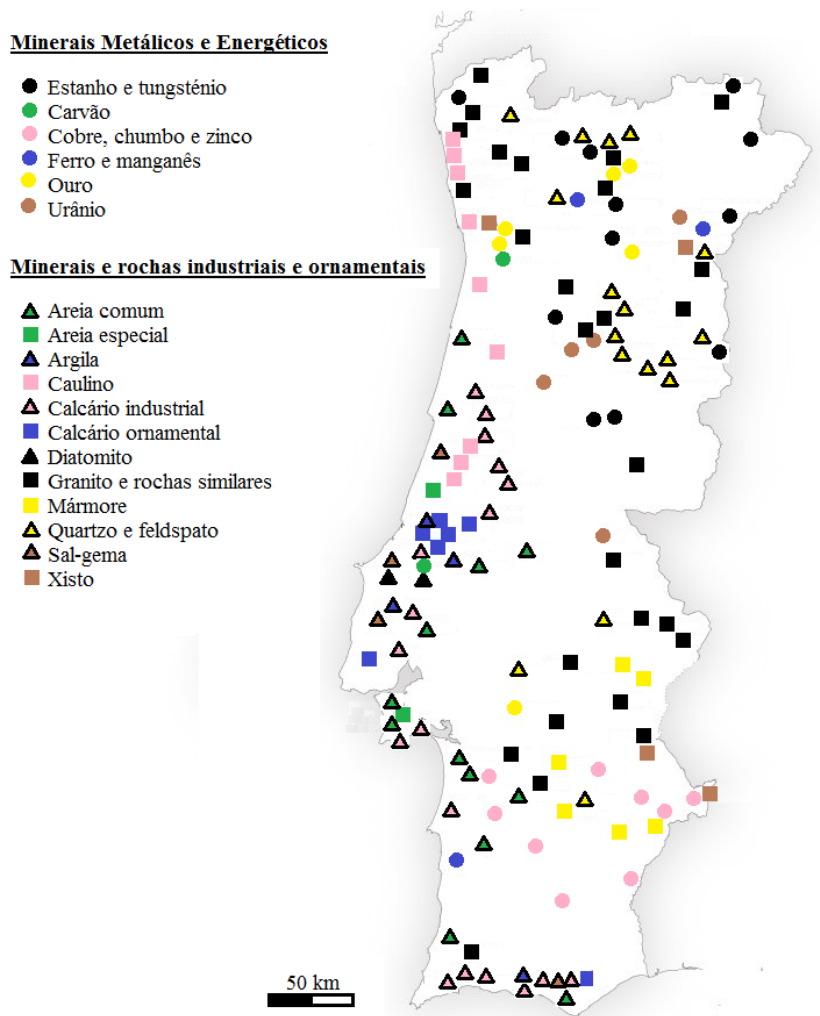


Figura 3.7. Localização das principais ocorrências de recursos minerais (adaptado de http://www.igeo.pt/atlas/Cap3/Cap3b_p165_image.html).

Tabela 3.3. Quantidade e valor dos recursos minerais extraídos em Portugal no ano de 2010 (Fonte: DGEG, adaptado de Moura e Velho, 2011).

| | Quantidade (t) | | Valor x 1000 € | Variação do valor face 2009 (%) |
|---|----------------|------------|-------------------|------------------------------------|
| <u>Minérios Metálicos</u> | Total | 324 031 | 427 604 | 49,7 |
| Concentrado de minério de cobre | | 308 186 | 407 676 | 49,8 |
| Concentrado de minério de estanho | | 31 | 263 | - 19,5 |
| Concentrado de minério de tungsténio | | 1364 | 14 580 | 14,1 |
| Concentrado de minério de zinco | | 14 439 | 5064 | 1317,8 |
| Outros (mistos) | | 10 | 20 | 0 |
| <u>Minerais para construção</u> | Total | 67 764 193 | 319 502 | 12,9 |
| <u>Agregados</u> | | 56 938 582 | 298 247 | 15,1 |
| Areias e saibros | | 8 061 184 | 27 655 | - 37,3 |
| Pedra britada calcária | | 21 888 103 | 66 234 | - 33,0 |
| Pedra britada siliciosa | | 26 989 294 | 204 358 | 76,0 |
| <u>Minerais para Cimento e Cal</u> | | 10 825 612 | 21 255 | 10,7 |
| Minerais para cal | | 317 173 | 1527 | -20,2 |
| Minerais para cimento | | 10 508 439 | 19 728 | 14,1 |
| <u>Minerais Industriais</u> | Total | 5 337 694 | 45 262 | 8,6 |
| Areias feldspáticas | | 56 395 | 697 | - 0,4 |
| Feldspato | | 113 327 | 1775 | - 23,9 |
| Pegmatito | | 8500 | 75 | 66,7 |
| Pegmatito com lítio | | 40 109 | 683 | 14,4 |
| Quartzo | | 31 422 | 467 | - 11,1 |
| Talco | | 11 981 | 675 | 20,6 |
| Caulino | | 284 715 | 7451 | 45,5 |
| Argila comum | | 1 991 103 | 3927 | - 3,4 |
| Argila especial | | 196 581 | 1858 | 4,4 |
| Sulfato de bário | | 15 | 3 | - 98,6 |
| Areia especial | | 1 061 948 | 14 054 | - 4,6 |
| Calcário para a indústria transformadora | | 912 565 | 2103 | - 40,5 |
| Salgema | | 618 961 | 11 410 | 83,1 |
| Saibro para a indústria transformadora | | 10 074 | 86 | - 27,9 |
| <u>Rochas Ornamentais</u> | Total | | | 31,2 |
| Mármore e calcários | | 2 604 408 | 163 604 | 52,5 |
| Granito Ornamental e rochas similares | | 804 749 | 85 309 | 26,6 |
| Pedra para calcetamento | | 991 725 | 45 174 | |
| Pedra rústica | | 681 284 | 24 122 | 20,2 |
| Ardósia | | 113 052 | 5343 | - 25,7 |
| | | 13 598 | 3656 | - 37,1 |

4. A EXTRAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

4.1. Condicionantes para a exploração de pedreiras

4.1.1. Triângulo básico da exploração

Quando um determinado recurso geológico é conhecido e a sua exploração é economicamente viável, constitui-se uma reserva. A partir desse pressuposto iniciam-se as medidas associadas à sua exploração que deve contemplar os fatores presentes no triângulo representado na figura 4.1.

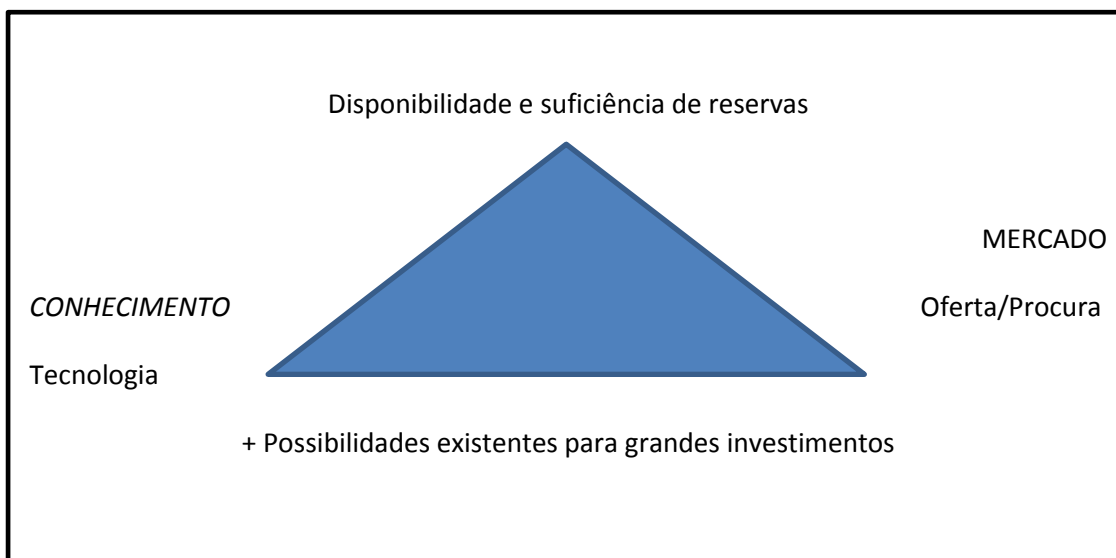


Figura 4.1. Triângulo básico representando os parâmetros que condicionam a exploração.

Neste trabalho, como a componente prática se insere numa pedreira de rocha ornamental (lito) considera-se pertinente abordarem-se os conteúdos teóricos referentes ao processamento e extração de rocha ornamental. Os restantes georrecursos podem ter formas similares de exploração, por exemplo algumas rochas industriais, ou formas muito diferentes de exploração, como é o caso dos minerais metálicos.

4.1.2. Descrição geral da metodologia de investigação para a exploração de rochas ornamentais

Antes de se iniciar uma exploração, tal como é referido na figura 4.1, é necessário que se conheça a disponibilidade e suficiência de reservas. Neste contexto procede-se à elaboração de um plano de trabalho para a avaliação de uma pedreira de rocha ornamental.

Segundo Jimeno (1996), o plano de trabalho para a avaliação de uma pedreira de rocha ornamental é um processo complexo, que contém fases desde a recolha bibliográfica, até à abertura da pedreira, e que se divide em cinco fases (figura 4.2).

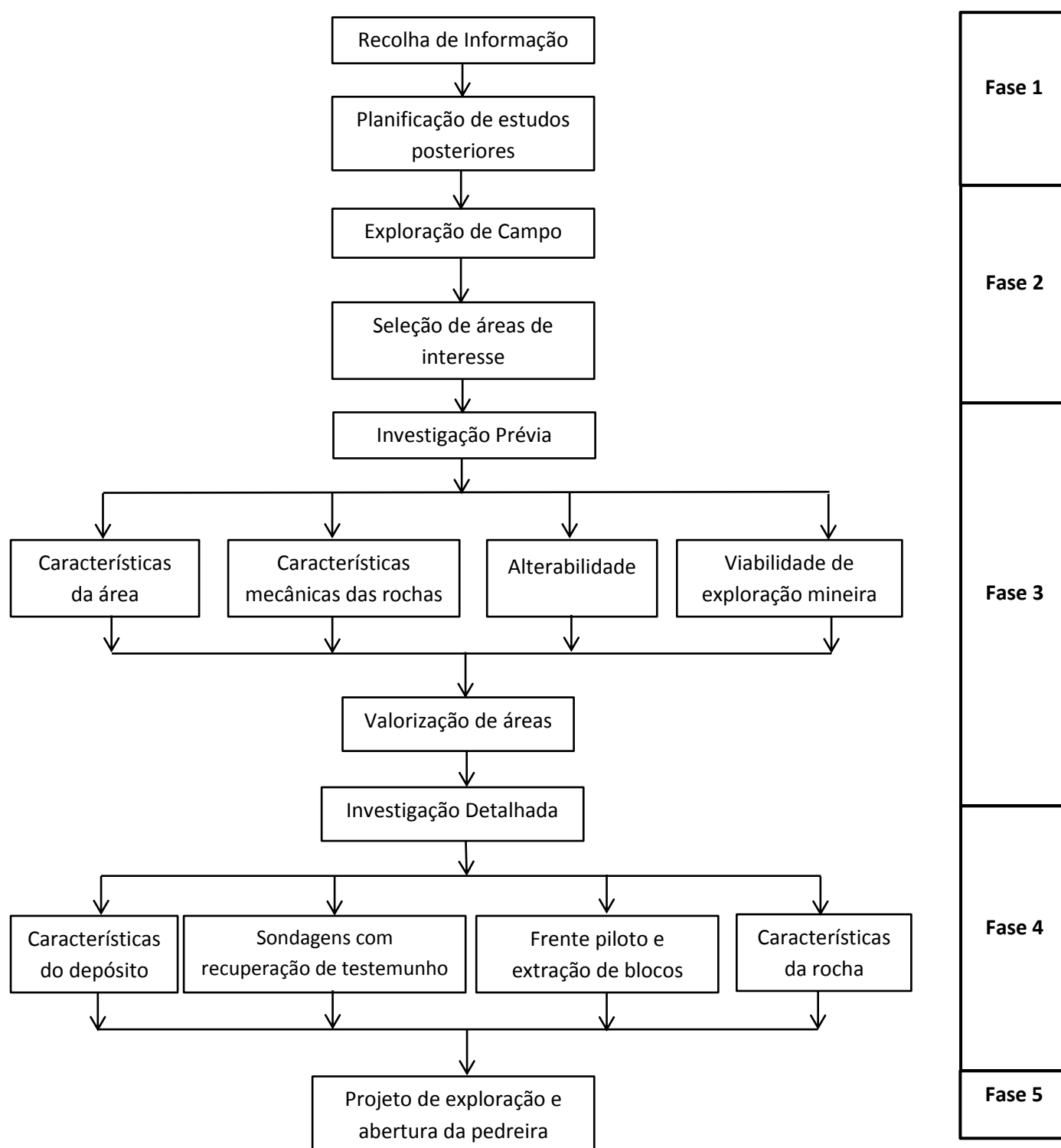


Figura 4.2. Esquema geral do plano de trabalho para avaliação de pedreiras de rochas ornamentais (adaptado de Jimeno, 1996).

De acordo com o mesmo autor as cinco fases evidenciadas na figura 4.2, são caracterizadas por vários processos aí esquematizados. Entre eles destacam-se na fase 1, a recolha de informação que é feita pela análise de cartas geológicas da região, pela informação geológico-mineira disponível sobre a rocha em questão, por estudos locais e/ou outros trabalhos. Estes

estudos permitem selecionar as zonas com particular interesse e com potencial exploração. Na fase 2, define-se um plano de trabalho que se inicia com a exploração de campo numa escala que varia em função da rocha e onde são visitados e amostrados, de uma forma preliminar, todos os locais com interesse. É frequente elaborar-se uma ficha para recolha de dados que se podem obter de forma direta, como a localização geográfica e as características topográficas do afloramento, os acessos, a existência de pedreiras na região, a tectónica e estrutura do maciço, as descontinuidades, a descrição macroscópica da rocha, o seu valor ornamental, etc. A terceira fase corresponde às etapas de estudo pormenorizado dos locais selecionados em 2. Nesta fase analisam-se aspetos específicos referentes às características geológicas da rocha, à qualidade da rocha (realização de ensaios mecânicos, ensaios de alterabilidade, etc.), e à viabilidade da exploração mineira (dimensão da reserva, impacto ambiental, rede de acessos, etc.). A fase 4 caracteriza-se por uma investigação detalhada, ou seja, as áreas que passaram pelo processo seletivo anterior são novamente analisadas, com o objetivo de se determinarem os locais mais favoráveis para a extração da rocha. Assim, revêm-se aprofundadamente os parâmetros estudados em 3. Esta fase incide especialmente em determinar as características da rocha que lhe conferem o valor comercial e que determinam a sua exploração, como por exemplo, o seu aspeto, a cor, o tamanho do grão, a homogeneidade, a existência de alteração, a resistência mecânica, a fracturação do maciço, a existência de foliações, etc. As rochas que apresentarem um comportamento favorável, face aos aspetos referidos estão em condições de passar para as etapas da fase 5. Nesta fase, considera-se que as áreas selecionadas já foram suficientemente estudadas, pelo que se processa à elaboração do Projeto de Exploração, que segundo Jimeno (1996) deverá conter o desenho da corta final de exploração, a avaliação das reservas, a seleção do método mineiro de exploração, os equipamentos, a planificação das tarefas e tratamento de escombrelas. No caso em que as condições de mercado (pela oferta/procura) justifiquem a abertura da pedreira, é necessário elaborar-se um plano de pedreira, enquadrado na legislação em vigor.

Outros autores propõem sequências de prospeção semelhantes, como é o caso de Ashmole e Motloun (2008) que consideram as seguintes etapas: i) estudo de gabinete; ii) estudo de campo; iii) mapeamento detalhado da área; iv) perfuração preliminar para a recolha de amostras; v) aplicação de métodos geofísicos; vi) amostragem e vii) exploração de teste.

Entre outras características, estes autores dão ainda especial ênfase à homogeneidade da rocha extraível do maciço como sendo um aspeto primordial para viabilidade da sua extração (tabela 4.1). Refere-se que, apesar de subjetivo, o critério estético pode e deve ser considerado na avaliação técnica de uma rocha ornamental, uma vez que engloba um conjunto de fatores, nomeadamente, a cor, a textura e a presença ou ausência de descontinuidades. São também importantes a fracturação do maciço e a necessidade do mercado.

Em termos de aparência é importante que a cor seja o mais uniforme possível em toda a jazida ou depósito. Se a rocha for classificada como monocromática, a presença de veios e/ou de inclusões de outras cores, não é aceitável pelo mercado. Enquanto que numa rocha policromática, uma variação de cores e tonalidades é fundamental, assim como as inclusões ou defeitos acima referidos. Contudo e para que o mercado possa identificar diferentes blocos como sendo da mesma rocha, a cor e o padrão terão de ser homogêneas ao longo de todo o depósito.

Tabela 4.1. Critérios para a avaliação de exploração de rochas ornamentais (adaptado de Ashmole e Motloun, 2008).

| <u>Dimensionamento</u> | <u>Homogeneidade</u> | <u>Fracturação</u> |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Espessura das unidades produtivas. • Volume do depósito. • Disposição espacial. | <ul style="list-style-type: none"> • Cor. • Textura. • Descontinuidades. | <ul style="list-style-type: none"> • Direções preferenciais. • Densidade. • Intensidade. • Tipo e morfologia. |

4.1.3. Enquadramento Legal na exploração de Pedreiras

Em Portugal o regime jurídico geral da revelação e aproveitamento dos recursos geológicos está sujeito à disciplina imposta pelo decreto-lei n.º 90/90, de 16 de Março. Considerando as características dos diferentes recursos geológicos, das técnicas do seu aproveitamento e das implicações decorrentes da sua exploração, particularmente nas situações de potencial conflito com outros utilizadores do solo e subsolo, optou-se por enquadramentos jurídicos específicos para cada tipo de recurso tendo, na ocasião, tendo sido produzido um pacote legislativo completo para o conjunto dos recursos geológicos.

Remetendo-se para o caso das pedreiras, em particular, é de afirmar que o planeamento e a gestão das mesmas assenta numa base legal publicada pelo Decreto-Lei n.º 270/2001, de 6 de Outubro e pelo Decreto-Lei n.º 197/2007, de 12 de outubro (Anexo I).

A atual “Lei das Pedreiras” tem como um pilar importante o peso atribuído às questões ambientais.

O Plano de pedreira deve ter sempre subjacente:

- A minimização do impacte ambiental;
- O aproveitamento sustentável da massa mineral;
- O princípio das melhores tecnologias disponíveis (MTD) tendo em conta a situação económica do agente, sendo que perante a possibilidade de optar por várias metodologias para obter os resultados pretendidos com a pesquisa usar-se-á aquela que com MTD, minimize os impactes ambientais.

Em suma, o Plano de Pedreira é o documento técnico básico que orienta a exploração de massas minerais. De acordo com os Decretos-Lei acima referidos, a exploração deve incluir o Plano de Pedreira, que contempla os elementos gerais (localização do projeto, caracterização física do terreno, e síntese de condicionantes), o **Plano de Lavra** (que inclui o projeto de exploração, a identificação e caracterização, impactes ambientais significativos respetivas medidas de mitigação e monitorização, instalações auxiliares, sistemas de esgotos, higiene e segurança, sinalização, sistema de iluminação e sistema de ventilação) e o **Plano Ambiental de Recuperação Paisagística** (onde se destaca a memória descritiva justificativa, o faseamento e cronograma, o caderno de encargos, as medições e o orçamento).

4.2. Extração

4.2.1. Elaboração de uma corta de exploração

Um dos aspetos mais importantes na planificação de uma exploração de rocha ornamental é o desenho da corta final de exploração. Três tipos de exploração de rocha ornamental podem ser considerados, a exploração a céu aberto, que se caracteriza por se efetuar à superfície, e é constituída por escavações tridimensionais por bancadas; a exploração subterrânea, geralmente feita pelo método de câmaras e pilares e a exploração mista que se desenvolve parcialmente em subterrâneo e a céu aberto. A existência de exploração subterrânea deve-se, na maioria das situações, à existência de determinadas características geomorfológicas, estruturais, geológicas, geomecânicas e até mesmo económicas.

Para Mancini *et al.* (1996), as explorações de rocha ornamental podem classificar-se de acordo com a seguinte tabela:

Tabela 4.2. Classificação dos tipos de pedreira de rocha ornamental (adaptado de Mancini *et al.*, 1996).

| <u>Tipos de Pedreira</u> |
|--------------------------------------|
| A – Superficial em flanco de encosta |
| A1 – desmorte horizontal |
| A2 – desmorte inclinado |
| B – Superficial em poço |
| C – Subterrânea – Câmaras e Pilares |
| C1 – desmorte horizontal |
| C2 – desmorte em profundidade. |

Em Portugal, e à semelhança de muitos outros países, a grande maioria das explorações de rocha ornamental são feitas em pedreiras a céu aberto, que apresentam vantagens, nomeadamente, maior produtividade, maior concentração de operações e melhor gestão de recursos humanos, maior recuperação com menor diluição, não existindo limitações relativamente ao tamanho e peso do equipamento. Existem no entanto, algumas exceções, como é o caso da Pedreira da Lugramar (Vila Viçosa), que extrai mármore em exploração subterrânea (figura 3.3). Contudo, as explorações a céu aberto são as que prevalecem e, neste sentido, sendo a pedreira utilizada como caso prático deste trabalho, uma exploração a céu aberto, dar-se-á mais ênfase a este tipo.

Uma exploração a céu aberto, de acordo com Jimeno (1996), pode ser realizada:

- A) em poço, sobre terrenos planos – nestas explorações os trabalhos fazem-se em profundidade e o acesso à pedreira pode ser feito por guias e escadas (se se tratar de uma pedreira com taludes verticais), ou poderá ser feita por rampas de acesso.
- B) em flanco de encosta – estas pedreiras estão associadas a locais com algum declive, e são exploradas em degraus direitos ou bancadas.
- C) pedreiras niveladas em terrenos montanhosos.

Para Jimeno (1996), quando se projeta uma exploração a céu aberto há que se ter em conta os quatro seguintes grupos de parâmetros:

Geométricos/económicos – são função da estrutura e morfologia do jazigo, inclinação da superfície, limites de concessão, etc.

Geotécnicos – Ângulos máximos dos taludes das bancadas de cada um dos domínios estruturais em que foi dividido o jazigo.

Operativos – dimensões necessárias para que o pessoal e as máquinas operem em condições de eficiência e segurança: altura das bancadas, largura das bancadas e bermas, largura do fundo, etc.

Ambientais – relacionados com a minimização de impactos visuais da exploração, reabilitação de áreas mineiras depois da exploração, etc.

Para a determinação de um desenho de exploração de uma pedreira é importante referir alguns conceitos que lhe estão associados, nomeadamente a terminologia que se evidencia na figura 4.3.

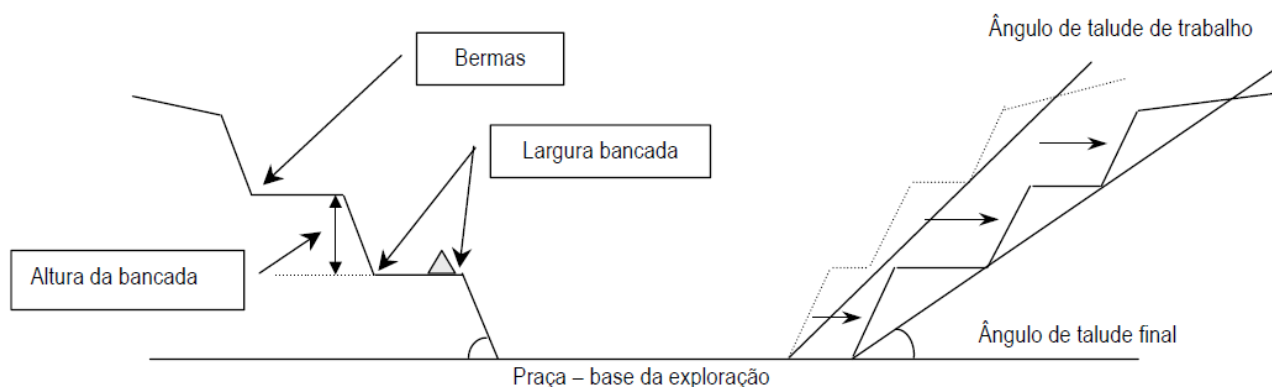


Figura 4.3. Terminologia dos trabalhos de uma pedreira (retirado de Almeida, 2013).

- *Bancada* – degrau entre pisos de uma exploração a céu aberto.
- *Altura da bancada* (h) – distância vertical entre pisos (figura 4.4).

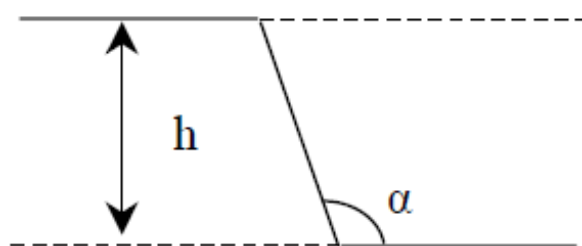


Figura 4.4. Ilustração da altura dos degraus (retirado de Almeida, 2013).

- *Largura da bancada* – somatório dos espaços necessários para a correta manobrabilidade dos equipamentos que operam na frente: perfuradora, pá carregadora, britador móvel e tela transportadora (se existir).
- *Ângulo de talude dos degraus* (α) – ângulo entre a horizontal e a máxima inclinação dos degraus.
- *Ângulo de talude de trabalho* – ângulo formado pelas bases dos degraus em fase de evolução da exploração. É um ângulo provisório que pode ser superior ao ângulo de talude final desde que garanta estabilidade do maciço.

- *Vias de circulação* – estruturas viárias dentro da exploração através das quais é feita a extração da rocha e se movimentam os equipamentos e o pessoal. São caracterizados pela largura e inclinação.
- *Rampa de acesso* – caminhos de uso esporádico ou não que são utilizados no arranque dos pisos. Regra geral, são de largura limitada, provisórios, sentido único e de grande pendente.
- *Ângulo final da exploração* – Ângulo de talude final da exploração. É definido por uma linha reta entre a base do 1º degrau e o topo do último degrau.
- *Limite final da pedreira* – corresponde ao limite horizontal que determina a extremidade de fundo da exploração, assim como os declives finais e os limites laterais da mesma.
- *Bermas* – são plataformas horizontais que existem nos limites da exploração, sobre os taludes, e que contribuem para melhorar a estabilidade destes, e as condições de segurança.

Deste modo, para a elaboração do desenho de uma corta de exploração, devem ser considerados os termos acima referidos e, também, de uma forma igualmente importante, as relações económicas de desmonte. De uma forma pormenorizada, as relações económicas de desmonte servem para definir os limites de estéril e minério que aportam benefícios económicos à exploração (Jimeno, 1996).

Na elaboração de um desenho de exploração de uma pedreira é muito importante determinar-se a REM, que corresponde à relação estéril-minério. Ou seja, representa os custos de remoção do material e eventuais benefícios que se podem obter a partir do material residual. Trata-se de uma relação económica, que portanto, se considera favorável quando acarreta benefícios económicos. Pode ser expressa nas unidades (t/t), (m^3/m^3), (m^3/t).

As relações mais importantes são:

- *Relação económica limite (RL)* – quantidade máxima de estéril com mineral útil donde a extração de uma tonelada ou m^3 de mineral útil mantenha um benefício mínimo previamente estabelecido. Implica que cada unidade de material arrancado produza um benefício superior ao limite mínimo fixado.
- *Relação económica média (RM)* – relação global entre todo o volume de estéril e toda a tonelagem de mineral extraída. Nalguns desmontes, a massa mineral é extraída com um REM baixo, consequentemente um elevado benefício. Noutros, é a situação oposta; REM elevados, com baixo ou nulo benefício e que são pagas pelos primeiros desmontes.

Em termos de conclusão, pode-se referir que a exploração de rocha ornamental corresponde a uma série de requisitos e processos, muitas vezes complexos e que podem viabilizar ou não a exploração. A existência por si só de um determinado georrecurso não implica que este seja economicamente rentável, tendo por isso, que se recorrer à engenharia para se delinear o projeto de exploração. De uma forma geral, a figura 4.5, representa sequência estratégica de etapas utilizada na definição do sistema de exploração e equipamentos.

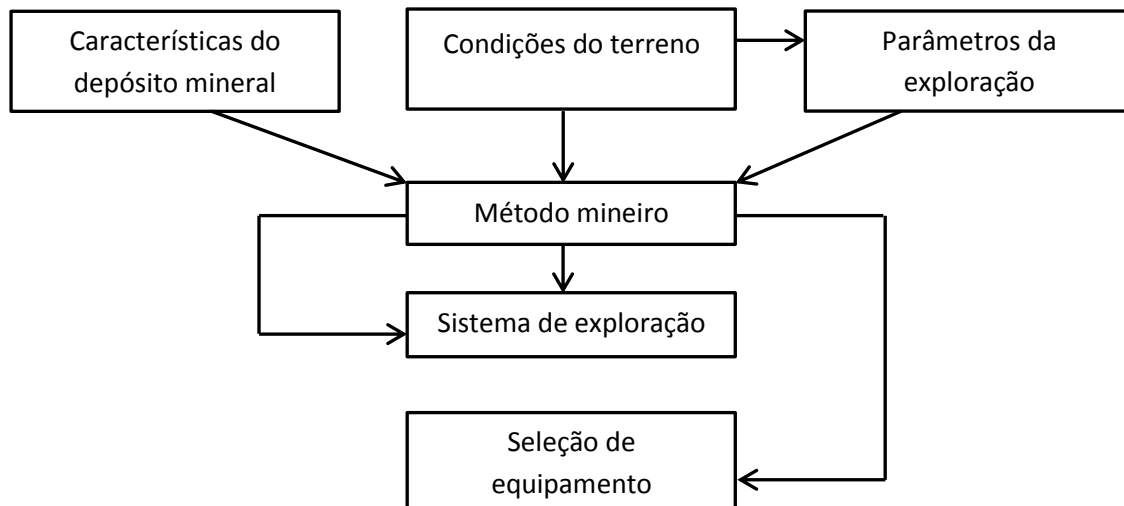


Figura 4.5. Sequência estratégica de etapas utilizadas na definição do sistema de exploração e equipamentos (adaptado de Jimeno, 1996).

4.2.2. Extração de rocha ornamental

4.2.2.1. Ciclo básico de produção

Segundo Jimeno (1996) um método de exploração mineiro compreende a sequência espacial e temporal com que se leva a cabo a extração dos volumes de rocha útil e estéril associada, segundo uma ordenação hierárquica funcional que depende fundamentalmente das características geológicas do local e da morfologia original do terreno.

O grau de fracturação e a sua distribuição a grande escala (na frente de pedreira) e em pequena escala (na formação) e outras características particulares são fatores que condicionam tanto a escolha do método de exploração como a tecnologia de arranque na frente. Por esta razão, os métodos a utilizar variam consoante a exploração e, em particular a blocometria também pode variar frequentemente.

Em regra, a exploração de uma pedreira é feita no sentido descendente, iniciando-se nas bancadas superiores, e avançando para bancadas inferiores. Contudo, podem existir explorações em que o avanço pode ocorrer lateralmente, dependendo da morfologia do jazigo e do relevo da superfície.

Em algumas explorações, pode existir considerável quantidade de material residual até se atingir a rocha em pretensão. Essa quantidade, como já foi mencionado, pode condicionar a viabilidade de exploração e em algumas circunstâncias, pode ser também aproveitada economicamente, como se trata no caso prático a desenvolver no capítulo 7.

As operações do ciclo de produção consistem essencialmente no corte e manipulação dos blocos de rocha, de volume cada vez mais reduzido, consoante mais avançada seja a etapa do ciclo de desmonte.

Deste modo, Jimeno (1996) refere que as operações de desmonte a céu aberto compreendem as etapas referidas no esquema da figura 4.6.

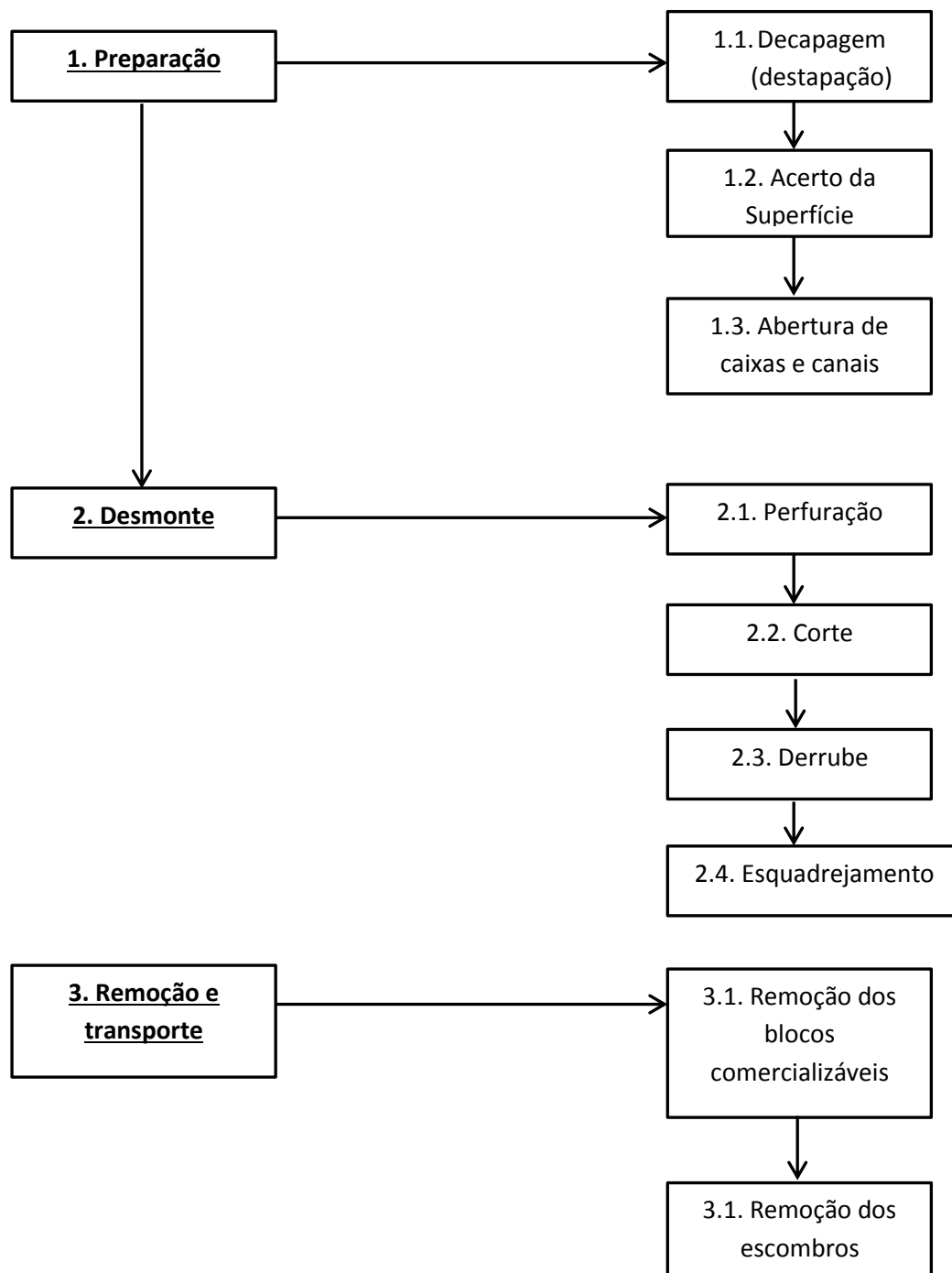


Figura 4.6. Operações de desmonte a céu aberto (adaptado de Jimeno, 1996).

A importância da hierarquia neste ciclo é fundamental, uma vez que os processos de 2 e 3 estão totalmente dependentes da conclusão do processo 1.

Segundo caso geral considerado, a primeira fase (preparação) inicia-se com a decapagem. Nesta etapa, que será inequivocamente a primeira, desenvolvem-se trabalhos de desmatagem, com remoção da terra superficial que cobre total ou parcialmente a massa mineral que se pretende explorar. São utilizados equipamentos como as pás carregadoras, escavadoras e *dumpers*. O material removido, resultante deste procedimento pode ser aterrado e utilizado na recuperação paisagística da área afetada pela exploração, ou aproveitado para outros fins.

Em seguida procede-se ao acerto da superfície que consiste no nivelamento da mesma, de forma a criar um piso de trabalho regular. Em seguida fazem-se os trabalhos para a abertura

de caixas e canais, que tem como objetivo abrir uma caixa com duas faces livres para o desmonte da rocha, enquanto que a realização de canais, perpendiculares entre si, origina uma terceira face livre e define a massa a desmontar (figura 4.7). Estas operações originam um novo piso (geralmente a uma cota inferior do nivelamento do terreno) e são utilizados equipamentos como a perfuradora ou martelo pneumático, a máquina de corte por fio diamantado (figura 4.8), a roçadora de bancada ou serra (figura 4.9), e a grua.



Figura 4.7. Abertura de caixas e canais (fotografia gentilmente cedida pelo Professor Luís Lopes).



Figura 4.8. Máquina de corte por fio diamantado a)pormenor b)aspecto geral.



Figura 4.9. Roçadora de bancada.

A segunda fase de exploração, fase de desmonte, divide-se em outras etapas principais; perfuração, corte, derrube e esquadrejamento (Dunda e Kujundzic, 1998). A perfuração caracteriza-se pela realização de furos verticais e horizontais (figura 4.10), que delimitam as talhadas de rocha a desmontar. A perfuração tem como finalidade a abertura de buracos, com uma distribuição e geometria adequada, dentro do maciço rochoso. São feitos furos guias perpendiculares entre si, cujo objetivo é a introdução de fio diamantado nos furos (figura 4.11a)). Uma vez introduzido o fio diamantado nos furos, procede-se à seguinte operação. Na etapa referente ao corte, dá-se o corte das faces por forma a individualizar talhadas, sendo a sequência de cortes a seguinte; corte de levante, corte vertical posterior e cortes laterais verticais. Os equipamentos utilizados são máquina de corte por fio diamantado e roçadora (mais utilizada nos cortes de levante) (figura 4.11b)). Em seguida, já na fase do derrube, as talhadas são derrubadas sobre uma “cama” feita com pneus, material fragmentado, escombros, etc. São utilizados os seguintes equipamentos: colchões pneumáticos ou hidráulicos, macacos hidráulicos, escavadora, pá carregadora equipada com lança. Por último, dá-se o esquadrejamento, que consiste em cortar à esquadria as talhadas em blocos com dimensões que permitam o seu transporte e que otimizem a massa desmontada (figura 4.11c) e figura 4.12).



Figura 4.10. Furos horizontais.

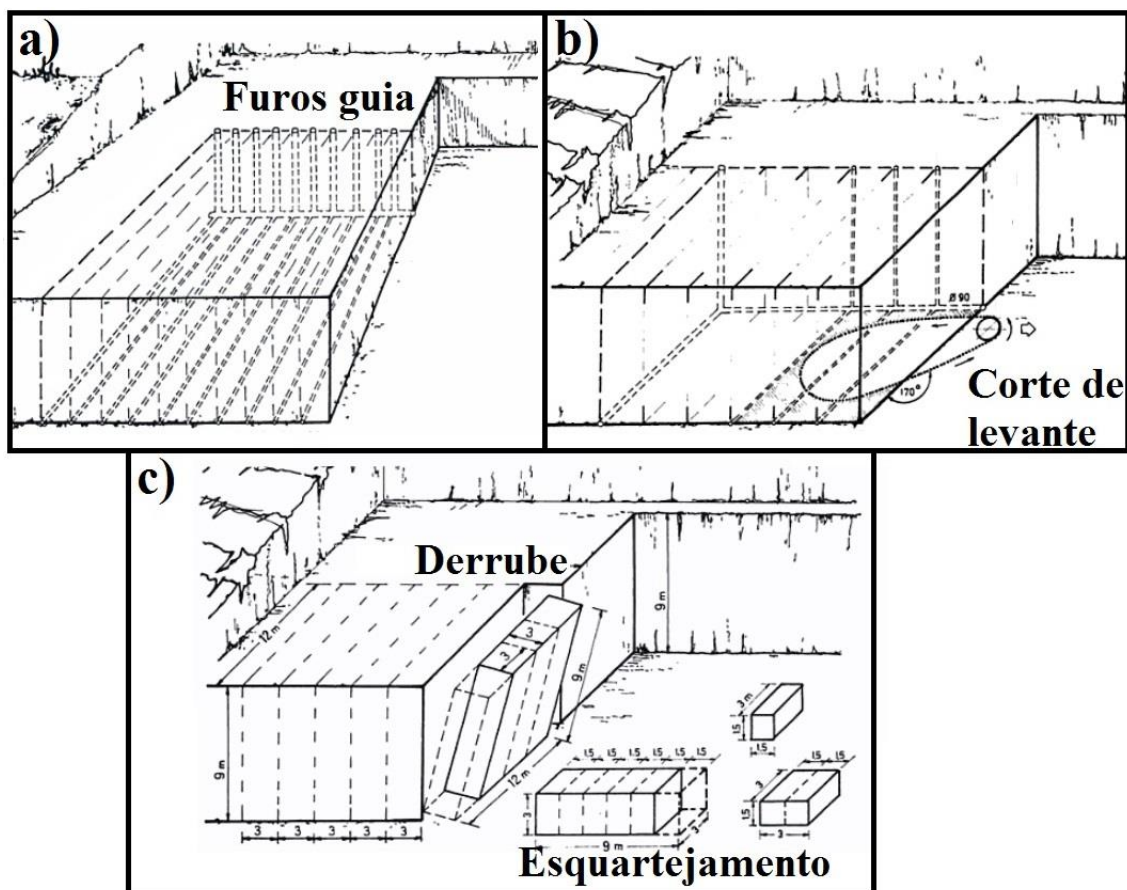


Figura 4.11. Esquema de etapas referentes ao corte: a) Furos guia; b) Corte de levante com fio diamantado; c) Derrube e esquadrejamento de blocos. (adaptado de Dunda e Kujundzic, 1998).



Figura 4.12. Esquadrejamento de blocos.

A última fase de exploração de rochas ornamentais, a remoção e transporte, que se caracteriza pela remoção dos blocos com interesse comercial e pela remoção dos escombros (blocos sem rentabilidade comercial). Os blocos com interesse comercial são levados para o parque de blocos e os escombros são depositados em escombrelas. A remoção destes blocos é feita com recurso a gruas (figura 4.13), pá carregadora e *dumper*, e o transporte é feito por camiões. Os blocos extraídos podem ser armazenados no parque de blocos da pedreira ou ser imediatamente comercializados e/ou processados.

Na maioria dos casos, a exploração de uma pedreira apresenta uma fase ativa de desmonte, em que se extraem quantidades de blocos consideráveis, podendo-se apresentar uma outra fase, em que não existe desmonte e apenas se desenvolvem trabalhos de manutenção e processamento.



Figura 4.13. Equipamento para a remoção blocos.

É de salientar que os processos associados à exploração de rochas ornamentais são muito lentos e complexos. As explorações a céu aberto podem acatar alguns problemas, nomeadamente a acumulação de material sem interesse económico, que impede a exploração da massa mineral que se encontra abaixo, ou gera um impacto visual negativo. A remoção das escomboreiras, apesar de ser possível para o processamento de cimento e/ou brita torna-se praticamente inviável pelos elevados custos de transporte e remoção.

4.2.2.2. Equipamento utilizado

Durante as diferentes etapas que constituem a extração de uma rocha ornamental, recorre-se durante as três fases acima indicadas, à utilização de equipamentos específicos. A escolha dos equipamentos para a extração de rochas ornamentais tem em consideração alguns fatores, nomeadamente, e em primeiro lugar, os fatores intrínsecos da rocha, tais como a resistência à compressão, a dureza, tenacidade, porosidade, abrasividade, etc., que determinam o rendimento de corte. Desta forma, Mancini *et al.*(1995) divide as rochas em duas classes: “abrasivas” como o granito e rochas silicatadas similares e “não abrasivas” como os mármore ou calcários. Para o mesmo autor, considera-se que a abrasividade se refere ao consumo específico dos equipamentos de corte existentes, e não a uma propriedade da rocha. Outro fator está relacionado com os ritmos de produção e o grau de mecanização que se pretende implementar na pedreira.

Outro aspeto na seleção do equipamento utilizado é o gasto energético do mesmo, uma vez que o consumo em energia é um dos fatores económicos mais importantes numa exploração mineira.

De acordo com Jimeno (1996, 1997, 1998) em qualquer exploração de rochas ornamentais devem coexistir várias técnicas de corte, sendo habitual que existam pelo menos duas alternativas, caso uma delas não funcione, existe outra para não se inviabilizar a exploração.

Os principais equipamentos de corte numa pedreira são máquinas com fio diamantado (figura 4.14), roçadoras ou serras de braço e disco, lança térmica, as cunhas e o jacto de água (este último tecnologicamente mais avançado) (tabela 4.3).

Existem, no entanto, diferenças intrínsecas a cada tipo de rocha, que condicionam a utilização de determinados equipamentos. Segundo Mancini *et al.* (2001) no grupo das rochas carbonatadas (calcários e mármore) nas primeiras etapas do ciclo de exploração utilizam-se fundamentalmente ferramentas diamantadas (fio diamantado e roçadoras ou discos diamantados), que substituíram as ferramentas tradicionais do fio helicoidal e corte com explosivo. Nas rochas silicatadas (granitos e outras rochas eruptivas, arenitos e quartzitos) as técnicas clássicas mais utilizadas em cortes primários, nomeadamente, a perfuração e disparo de corte e a lança térmica, têm vindo a ser substituídas por fio diamantado.



Figura 4.14. Fio diamantado.

Tabela 4.3. Equipamentos utilizados no ciclo de exploração de rochas ornamentais.

| <u>Tipo de equipamento</u> | <u>Função</u> |
|-----------------------------------|--|
| Cunhas e alavancas | Provocam o desprendimento de blocos, quando se recorre à extração manual. Para a utilização deste equipamento, o operador aproveita os planos de fraqueza como por exemplo a estratificação e as diáclases. |
| Fio diamantado | <p>O fio diamantado é constituído por um cabo de aço, onde estão inseridas com um certo espaçamento anéis diamantados, intercalados estão elementos flexíveis.</p> <p>Os equipamentos com fio diamantado têm um desempenho bastante bom para o seu custo sendo ainda muito versátil. Permite a obtenção de blocos de grandes dimensões sem fissuração e com superfícies regulares.</p> <p>São utilizados para a aberturas de canais, para o corte de blocos primários e esquadreamento, entre outros.</p> <p>O fio é acionado por um motor que está assente sobre carris o que permite que o fio esteja em tensão constante.</p> |

| | |
|---|--|
| Roçadora de braço ou serra | <p>Este equipamento é constituído por uma corrente do tipo diamantada, mais usualmente e mais recentemente em carburundum, que é apoiada lateralmente por chapas de aço. O comprimento do braço é uma limitação, pois esta apenas pode cortar até uma profundidade igual à do seu comprimento que normalmente é de 3 metros. À semelhança do que acontece com fio diamantado o equipamento está sobre carris e é injetado uma mistura de água e abrasivo para facilitar o corte.</p> <p>É um equipamento extremamente caro.</p> |
| Serras de Disco | <p>Equipamento constituído por um disco diamantado de grandes dimensões, montado sobre uma plataforma móvel.</p> <p>Os cortes efetuados com disco criam superfícies de elevada qualidade não necessitando de acertos finais.</p> |
| Lança Térmica | <p>É uma ferramenta utilizada para cortar faces verticais, de forma a individualizar grandes blocos principais de rochas.</p> <p>A lança térmica é essencialmente utilizada para rochas silicatadas (granitos, dioritos, etc.). A desintegração da rocha ocorre pela dilatação térmica diferencial, dos minerais constituintes das rochas.</p> <p>Este equipamento é constituído por uma lança de comprimento variável de acordo com a profundidade da rocha, podendo chegar até 6 a 8 m, dentro do qual existem duas condutas, uma delas para o combustível e a outra para o gás comprimido, que desembocam numa câmara de combustão. Na extremidade da lança, o queimador é provido de um bocal, através do qual saem do exterior a chama e as ondas de choque associadas a uma velocidade cinco vezes superiores à do som, e a uma temperatura entre os 1500 e os 2500° C (Jimeno, 1996).</p> <p>Este equipamento atualmente está em desuso, é altamente poluidor devido à disseminação do combustível, muito ruidoso e apresenta um corte imperfeito. Apresenta um consumo energético muito elevado.</p> |
| Jacto de Água (<i>Water jet</i>) | <p>Estes equipamentos baseiam-se na desintegração das rochas sob a ação de um jacto de água a alta velocidade, impulsionada por uma bomba de alta pressão. A erosão provocada pelo jacto está relacionada, fundamentalmente, com a existência de microdescontinuidades na rocha.</p> <p>Estes equipamentos são constituídos por uma central hidráulica acionada por um motor elétrico, e acoplada a uma bomba hidráulica de alta pressão, constituída por um pistão de duplo efeito e movimento alternado, capaz de efetuar entre 60 a 80 ciclos por minuto.</p> <p>A rotura da rocha acontece devido ao choque provocado pelo jacto de água e pelos aditivos abrasivos, e pelas microfaturas geradas consequentemente (Jimeno, 1996).</p> |
| Corte com explosivos | <p>O processo com explosivos inicia-se com o dimensionamento da pega de fogo, são executadas furações onde o explosivo</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>propriamente dito vai ser colocado. Existem vários tipos de explosivos (ANFO, ALANFO, pólvora, etc.) que são selecionados de acordo com as suas características e com as da rocha. As ligações entre furos para que estes disparem em simultâneo ou com pequenos intervalos de tempo são feitas com cordão detonante.</p> <p>O corte com explosivos é totalmente desaconselhável em maciços carbonatados, pelo que só se deve permitir o uso de pólvora em massas já destacadas.</p> |
|--|---|

4.3. Transformação de Rochas Ornamentais

4.3.1. Armazenamento

Após a sua extração, os blocos de rocha devem apresentar dimensões comerciais. Deste modo, na pedreira são efetuados os trabalhos de esquadrejamento dos blocos. Em seguida, como já foi brevemente referenciado, estes blocos podem ser armazenados no parque de blocos, ou transportados para uma central de processamento.

No caso, da componente prática desta dissertação, a empresa envolvida, reúne no mesmo local a pedreira e a central de processamento, o que é uma mais-valia para o entendimento de todo o processo.

Normalmente, as centrais de processamento, elaboram diferentes tipos de peças para diversas utilidades. Possuem equipamento e trabalhadores especializados para conferir à rocha um sem número de formas. No entanto, no âmbito do presente trabalho, será apenas abordado o processamento de rocha tendo como fim a produção de chapas de rocha e os respetivos acabamentos por ser este o processo predominante na empresa Alexandrino Pais Leitão.

Chegados os blocos à central, estes permanecem empilhados até à hora do seu processamento. Os blocos geralmente são armazenados no parque de blocos e catalogados relativamente à sua origem e características. Estes constituem um stock que permite garantir a independência da fábrica face às possibilidades de fornecimento das pedreiras. Para a carga, descarga e movimentação destes blocos utilizam-se empilhadores e gruas.

4.3.2. Fábrica – Pré-corte e Serragem (Corte Primário)

De forma generalizada, considerando as indústrias de processamento de rochas ornamentais, os blocos de rocha chegam à fábrica e inicia-se na serragem, que pode ser feita através de uma serra de disco, serra de corte com fios diamantados e serra multilâminas. Inicialmente os blocos de rocha são submetidos a um pré-corte que pode ser feito através da serra de disco ou através do corte com fios helicoidais diamantados, o objetivo deste pré-corte é tornar os blocos de rocha com dimensões homogêneas, por forma a que possam ser depois cortados nas serras multilâminas. Este equipamento constitui a maquinaria auxiliar que prepara os blocos com a medida comercial otimizada que cada um permite. A serra com disco (figura 4.15) caracteriza-se por ser um engenho constituído por um disco diamantado na sua periferia e arrefecido com água, que se desloca numa calha de rolamento, esta serra apresenta um elevado rendimento de corte e permite cortes com precisão, sem riscos de fissuração. As serras de disco são utilizadas para cortar blocos de medida constante, procedendo-se diretamente o corte dos blocos segundo métodos desenvolvidos e melhorados nos últimos dez

anos, ainda que limitado às rochas de dureza média e chapas com larguras, que em geral não ultrapassam os 60 cm. As serras de disco utilizam-se quando o bloco é muito irregular e é desaconselhável o corte com o engenho multilâminas, devido ao baixo rendimento e ao elevado custo (Jimeno, 1996).



Figura 4.15. Serra de disco.



Figura 4.16. Engenho monofio.

O engenho monofio (figura 4.16) é um equipamento electro-hidráulico que transmite movimento às rodas motrizes, que impelem um cabo helicoidal (com anéis – “perlinas”) de aço (figura 4.17) que, por abrasão, realiza o corte. A água que passa na superfície de corte serve para arrefecer o cabo e arrastar os detritos de corte. Este equipamento apresenta, também, um elevado rendimento de corte, é relativamente silencioso, não provoca vibrações, nem poeiras, permite o corte em todas as direções, apresenta rigor e precisão de corte e não existem riscos de fissuração.



Figura 4.17. Fio Diamantado.

O fio diamantado mudou completamente o corte na indústria, permitindo obter um corte mais fino e uniforme, superfícies de corte quase polidas e sem oxidações, tudo isto a uma velocidade superior.

Na gestão de fábricas de transformação de rochas ornamentais é importante referir que quase todos os equipamentos são dotados de um controlo automático, permitindo que a laboração também ocorra no período noturno, uma vez que o preço da energia, durante este período, é mais barato, o que torna o processo mais rentável economicamente.

O processamento dos mármore e granitos inclui a realização, em fábricas, de todas as operações necessárias para transformar blocos de pedra em lajes e peças que tenham a forma, o tamanho e o acabamento necessário para serem aplicados nas diferentes funções (estrutural, ornamental, utilitária, etc.). De uma forma geral, as rochas entram na fábrica em forma de blocos mais ou menos paralelepípedicos, de 6 a 15 toneladas, com comprimentos de 2,2 a 3 metros, larguras de 1,2 a 1,5 metros e alturas de 0,9 a 1,2 metros, iniciando-se o seu processamento em função das características do material a ser processado (Jimeno, 1996).

Após o corte, em blocos de rocha de dimensões homogêneas, estes estão prontos para serem cortados em chapas. Esta etapa vai-se processar recorrendo a teares de serras multilaminares (figura 4.18) e que são constituídas por um sistema conjunto de lâminas de corte (dispostas paralelamente) (figura 4.19 e figura 4.20), água e granalha e que através de um movimento de “vai e vem” cortam os blocos de rocha paralelepípedicos em chapas. Para aumentar a eficiência do corte, geralmente, adiciona-se cal à mistura da água com a granalha.



Figura 4.18. Conjunto de engenhos.

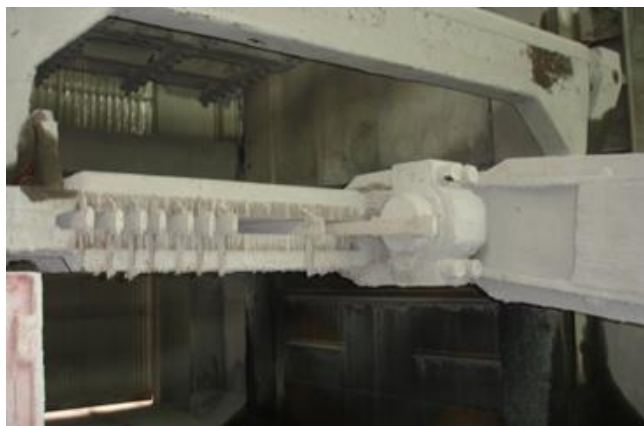


Figura 4.19. Pormenor do engenho mostrando o braço que movimenta as lâminas.



Figura 4.20. Lâminas de corte utilizadas nos engenhos.

De acordo com Jimeno (1996) os engenhos (serras com teares multilâminas), geralmente são constituídos por;

- i) armadura de sustentação;
- ii) tear (grade) com várias lâminas que fazem movimento mais ou menos horizontal;
- iii) motor (dispositivo para a descida ou subida com velocidade lenta);
- iv) recipiente de colheita da suspensão abrasiva em circulação;
- v) sistema de tubos (em forma de chuveiro) para a distribuição de água e granalha (apenas para no caso das rochas siliciosas) sobre as lâminas;
- vi) dosificador de granalha;
- vii) sistema de eliminação da água em excesso;
- viii) tapete rolante;
- ix) instalação elétrica de comando.

O engenho funciona pelo movimento pendular ou semirretilíneo desenvolvido pelas lâminas e, no caso das rochas siliciosas, com uma pressão vertical da ação abrasiva da granalha de aço, que é misturada com água e cal que são despejadas continuamente no bloco de rocha, que vai passando lentamente pelas lâminas em funcionamento. Uma vez obtidas as chapas podem realizar-se diferentes operações de acabamento que incluem o polido, o bujardado, o flamejado, etc..

O sistema de serras, que no início do processamento está normalmente situado na parte superior da máquina, vai descendo automaticamente acionado por um motor elétrico e guiado por quatro suportes que têm um dispositivo de avance incorporado. A velocidade de descida depende da dureza do material sobre o qual se vai trabalhar, do tipo e número de lâminas utilizados e da tensão das mesmas. Para mármore de dureza média a velocidade é de 360 a 720 cm/dia, com jornadas de 24 horas de laboração em que as máquinas trabalham ininterruptamente, o que representa aproximadamente 15-30 cm/hora de corte e uma produção mensal de 7000-9000 m². Para os granitos a velocidade de corte diminui aos 4 cm/hora, com uma produção mensal de 1900 m² (Jimeno, 1996).

Exclusivamente para as rochas siliciosas, a mistura abrasiva é composta por; água; granalha abrasiva em quantidade variável entre os 100 e os 200 g/l, constituída por uma pequena fração de granalha com dimensões originais e uma fração maior com dimensões menores; cal, adicionada por doseadores nas quantidades de 7-50 g/l, com o objetivo de reduzir a oxidação da granalha de ferro (em contacto com a água) evitando a formação de ferrugem sobre as chapas de granito, e como elemento regulador da viscosidade da mistura; fragmentos de

granito e de outras rochas que apresentam granulometria variável (Jimeno, 1996). A granalha metálica (figura 4.21) constitui a verdadeira ferramenta de corte, enquanto que as lâminas têm uma função de utensílio. A evolução e o desenvolvimento dos teares proporcionou uma mudança nas classes utilizadas na indústria. Hoje em dia são utilizados dois tipos de granalha, a de aço e a de fundição (Jimeno, 1996).



Figura 4.21. Granalha de aço utilizada nos engenhos.

4.3.3. Fábrica – Acabamentos Industriais

O acabamento é o resultado final da transformação das rochas, o objetivo desta ação é dar um aspeto exterior trabalhado, para que o produto final seja mais atrativo para o consumidor e para as aplicações a que se destina.

4.3.3.1. Polimento

O polimento é realizado por equipamentos que podem assegurar elevadas capacidades médias mensais. A qualidade, para além de controlada automaticamente pela máquina, é garantida por calços de controle próprio, que melhoram e se adaptam a cada tipo de material. O polimento é normalmente indicado para rochas que sejam aplicadas em áreas internas, transmite sentimentos de nobreza e requinte e revela toda a beleza e força de pedra natural.

As máquinas polidoras (figura 4.22 e figura 4.23) são constituídas por um ou vários braços articulados, que na extremidade têm uns discos, que contêm um material abrasivo (em pastilhas ou escovas)(figura 4.24), que devido ao seu movimento, fazem o polimento da rocha. O funcionamento destas máquinas consiste em colocar a chapa de rocha a ser polida sobre uma estrutura, e em seguida, a “cabeça” giratória da máquina vai passar pela chapa a grande velocidade, num movimento de rotação.

O polimento inicia-se com o alisamento das chapas utilizando uma mistura de carborundum com grãos de granulometria decrescente, em que cada uma das quais vai eliminando os resíduos deixados pela anterior. A granulometria destes grãos depende da rocha que se está a polir e do aspeto superficial pretendido. O carborundum também confere o aspeto brilhante à rocha. Uma vez alisada a superfície, há uma nova passagem da polidora, a uma velocidade menor, em podem ser utilizados esmeril, discos de chumbo e/ou cera (Smith, 1999).



Figura 4.22. Braço com o disco de polimento.



Figura 4.23. Máquina de polimento.



Figura 4.24. Pastilhas de polimento de diferentes granulometrias.

4.3.3.2. Amaciado

O processo é idêntico ao do polimento mas não são utilizados os abrasivos de grão mais fino. A superfície é igualmente lisa mas apresenta um aspeto mate (figura 4.25).



Figura 4.25. Acabamento amaciado.

4.3.3.3. Bujardado ou Abujardado

Este tipo de acabamento, caracteriza-se por ter uma superfície rugosa, geralmente antiderrapante, muito utilizado em pavimentos. A superfície fica com um aspeto golpeado com dentes piramidais

O bujardado (figura 4.26) é uma das formas mais antigas de tratamento superficial das rochas que são sobretudo destinadas a aplicações exteriores. As máquinas de bujardar automáticas contêm um martelo pneumático que contém bujardas, que podem ser de distintas formas, que estando aplicadas nesses bancos, vão fazer-se movimentos transversais às chapas que vão deslizando num tapete (Jimeno, 1996). Este tipo de acabamento tem uma aparência rugosa, transformando geralmente para branco qualquer calcário de cor beije. A sua superfície é caracterizada pela saliência e rugosidade, a qual é altamente recomendada para pavimentos exteriores.

O bujardado é feito a partir de impactos, dá um aspeto rugoso e uniforme às pedras. É recomendado para rochas ornamentais com espessura igual ou superior a 2,0 cm e para áreas exteriores, devido às propriedades antiderrapantes assim obtidas.



Figura 4.26. Acabamento bujardado.

4.3.3.4. Flamejado

O Flamejado (figura 4.27) é tratamento térmico feito à base de fogo, que confere um aspeto rugoso e ondulado. Este acabamento é indicado somente para rochas ornamentais com espessura igual ou superior a 2,0 cm mas não é possível aplicar este acabamento em todas as rochas ornamentais. É também indicado para áreas externas, devido às suas propriedades antiderrapantes, dando um aspeto superficial com variações próprias, de diferentes cotas de relevo.

Este tipo de acabamento é, geralmente, empregue em rochas ígneas graníticas, sobre as quais se aplica uma chama a elevadas temperaturas (1500°C), alimentada por uma mistura de um combustível e oxigénio, para em seguida se arrefecer rapidamente com água corrente. Este processo provoca o destacamento de alguns minerais da superfície devido à expansão e contração diferencial entre minerais. Este tratamento confere à rocha um aspeto rugoso e vítreo, com efeitos cromáticos característicos e de uma boa estabilidade perante a alteração química e atmosférica (Smith, 1999).

Normalmente este tratamento térmico realiza-se com uma máquina parecida à máquina de bujardar, pelo que o martelo pneumático desta última está equipado com um queimador especial (simples ou múltiplo) (figura 4.28) que emite uma chama contra a superfície a tratar.



Figura 4.27. Acabamento flamejado.



Figura 4.28. Máquina de flamejar.

4.3.3.5. Areado - jacto de areia

Este acabamento é feito a partir de jatos de areia, ficando a superfície da rocha semi-polida, e com um aspeto opaco (figura 4.29). Este acabamento é usado em rochas ornamentais que são aplicadas em áreas exteriores. Comparativamente, este acabamento é menos rugoso que o bujardado e mais irregular ao toque do que o amaciado e deixa transparecer mais a coloração do material do que o bujardado mas menos do que o amaciado.

O jacto de areia nas chapas de mármore e, em menor escala, nas chapas de granito, efetua-se quando estas ficam com um aspeto defeituoso após o corte (ranhuras, rugosidade, concavidades, etc.) e se deseja retirar estes defeitos, ou quando é solicitado pelo cliente uma rocha com acabamento da superfície “granulado”.



Figura 4.29. Acabamento areado.

Os acabamentos superficiais de rochas ornamentais podem ser realizados antes ou depois do corte secundário. Sendo mais eficaz a realização dos acabamentos industriais antes, porque existe um maior rendimento, uma vez que o acabamento não tem de ser aplicado em todas as peças individualizadamente. O aspeto negativo é a grande dimensão da maquinaria necessária e a impossibilidade de efetuar qualquer outra ação na chapa de grandes dimensões até que o seu acabamento esteja totalmente concluído. Os tipos de acabamento, como tem sido evidente, variam consoante o tipo de rocha e a espessura das chapas, mas sobretudo ao fim que se destinam. A título de exemplo, na aplicação em fachadas têm uma função essencialmente estética e, noutros casos (em pavimentos, por exemplo), têm maior função funcional.

4.3.4. Fábrica – Corte em Série e Corte Semi-automático (Corte Secundário)

Nesta fase as chapas depois de polidas podem passar por uma máquina que está equipada com um sistema de discos de corte, onde as chapas vão ser cortadas em placas de menores dimensões (figuras 4.30).



Figura 4.30. Máquina de corte em série (aspecto geral a) e pormenor b)).

O corte semi-automático é usado para pequenas quantidades de peças diferentes. As máquinas de disco e de ponte estão equipadas com controladores automáticos de qualidade/medida. O corte semi-automático é utilizado para o processamento de peças com características específicas e medidas diferentes das padronizadas.

5. A EXPLORAÇÃO DE RECURSOS GEOLÓGICOS COMO MATERIAL DIDÁTICO.

5.1. O Património Geológico como um recurso didático

Os recursos geológicos são “laboratórios autênticos” não no sentido da utilização dos mesmos como atividades de experimentação, mas sim no sentido da sua visualização em dimensões reais, permitem que se possa compreender, em simultâneo, conceitos genéticos, dimensionais, morfológicos, petrológicos, económicos, etc. Os recursos geológicos, podem fornecer informação e conhecimento, de uma forma mais abrangente e ao mesmo tempo mais específica. Quer isto dizer que, *in situ* se podem observar fenómenos, identificar estruturas, rochas, formações, minerais, etc. e, por outro lado, identificar processos muito específicos relativamente à importância desse recurso, à sua extração e ao seu processamento, por exemplo. Pode dizer-se que existe uma “ponte” entre o conhecimento científico e a sua aplicação e implicação no mundo real. Será sempre mais fácil compreender-se uma estrutura geológica quando se observa a mesma, assim como perceber-se a importância que um determinado material tem para o desenvolvimento das sociedades. Considera-se que, apesar de se terem feito grandes progressos, existe atualmente em Portugal, um grande número de recursos geológicos, subaproveitados como recursos didáticos!

O ensino das geociências em vigor não fornece suficiente trabalho de campo e experimental como base do conhecimento geológico, quando aplicado a processos geológicos que decorrem em grandes unidades de espaço e tempo (Bolacha e Mateus, 2008^a). O conhecimento acerca da formação de recursos geológicos, tais como os recursos minerais, torna-se difícil, impercetível e inimaginável, o que poderá tornar o processo de ensino e aprendizagem frustrante.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, deve começar-se por ressaltar que, na atualidade, existe uma crescente preocupação, em estudar e investigar de facto, a importância dos recursos geológicos, como património cultural, social e didático (fig.5.1).

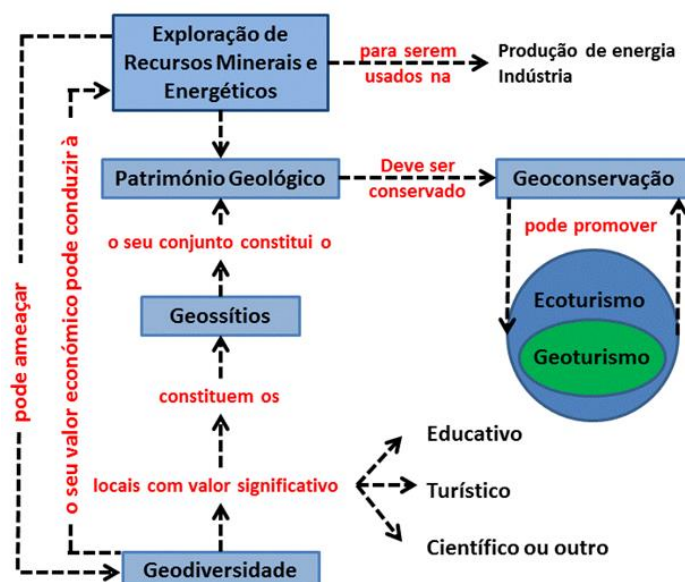


Figura 5.1. Mapa conceptual das relações entre a Geodiversidade, Geossítios, Património Geológico, Geoconservação e Geoturismo (adaptado de Araújo, 2005).

Os recursos geológicos, como foi especificado anteriormente, podem ser classificados de acordo com vários critérios, e deste modo podem e devem ser simultaneamente satisfazer as

necessidades materiais para o Homem, e satisfazer as necessidades ao nível da educação e da ciência.

Deste modo, a comunidade científica tem feito um grande esforço para que locais com interesse geológico sejam preservados e divulgados à comunidade. Existem algumas definições e conceitos, associados a este novo tema da Geologia, que não devem ser descuradas e que podem ser definidos.

Geoconservação: de acordo com Sharples (2002) *in* Mantesso-Neto (2010), a geoconservação visa a preservação da diversidade natural (geodiversidade) de aspetos significativos e processos geológicos e geomorfológicos, pela manutenção da evolução natural desses aspetos e processos.

Geoturismo: para Ruchkys (2007) é um segmento da atividade turística que tem o património geológico como seu principal atrativo. Procura a proteção do mesmo, pela conservação dos seus recursos e da sensibilização do turista utilizando, para isso, a interpretação deste património, tornando-o acessível ao público leigo, além de promover a sua divulgação e o desenvolvimento das Ciências da Terra.

Património Geológico: de acordo com (Munõz, 1988) este é constituído por georrecursos culturais, que são recursos não-renováveis de índole cultural. Contribuem para o reconhecimento e interpretação dos processos geológicos que modelaram o planeta e podem ser caracterizados de acordo com o seu valor (científico, didático), pela sua utilidade (científica, pedagógica, museológica, turística) e pela sua relevância (local, regional e internacional). Valcarce e Cortés (1996) definem-no como sendo um conjunto de recursos naturais não-renováveis, de valor científico, cultural ou educativo, que permitem conhecer, estudar e interpretar a evolução da história geológica da Terra e os processos que a modelaram.

5.2. As coleções e Exposições de Geociências

Os primeiros museus surgiram pela existência de colecionadores, geralmente associados a indivíduos da aristocracia ou do clero. Estas coleções eram compostas por objetos de diversas naturezas, normalmente provenientes de destinos longínquos e com interesse, não só pela sua beleza, mas também pela sua raridade. Os minerais e fósseis constituem grande parte destes objetos. Pode especular-se acerca da pertinência destas coleções, contudo, o objetivo primordial, na existência das mesmas seria, meramente o de ornamentar, exibir e ostentar pequenos luxos. Estas coleções eram designadas de Gabinetes. Os Gabinetes eram na sua essência, coleções enciclopédicas (...) e reuniam uma mistura heteróclita de obras de arte, moedas, pedras preciosas, corais, fósseis e objetos “extravagantes” trazidos de terras longínquas por navegantes e viajantes (Brandão, 2008).

No Renascimento, as coleções particulares tomam uma verdadeira ascensão, quase conotadas como Belas Artes, o que poder-se-á dever às características da época em si, e à expansão marítima e, conseqüentemente, ao conhecimento de novos mundos. Durante a Renascença, muitos eram já os intelectuais que se interessavam pelas curiosidades minerais na Natureza, trocando entre si amostras e estabelecendo através de prospectores e comerciantes, verdadeiras redes de abastecimento que durante o século XVIII alimentaram as coleções privadas e as públicas que entretanto se iam formando (Brandão, 2008).

Durante muito tempo, alguns dos georrecursos constituíram parte integrante de coleções privadas, e fizeram parte do embelezamento e luxo de casas abastadas. Posteriormente, estes mesmos tomaram uma importância maior, nomeadamente, ao nível do conhecimento científico e do desenvolvimento da ciência. O conhecimento perpetuava-se nas Universidades e surgem

assim os primeiros museus. Em 1683 é estabelecido em Oxford o primeiro museu universitário de História Natural, o Ashmolean Museum; em 1745 abre-se ao público, em Paris o Cabinet d'Histoire Naturelle du Roi, em que se salientam as coleções de minerais (...) (Brandão, 2008).

O número de museus aumentou no período correspondente ao século XIX, impulsionado, entre outros fatores, pela democratização de vários estados e pela comercialização de produtos até agora desconhecidos na Europa, oriundos de “novos mundos”. Na Europa os primeiros museus surgiram no decorrer do século XVII, em França e no Reino Unido. Na América surgiram mais tarde, no século XIX, nomeadamente no Brasil, Estados Unidos, Chile, Argentina e Colômbia.

Nos Estados Unidos, o primeiro museu de ciências naturais foi da Academy of Natural Sciences of Philadelphia (1812), que veio a exibir em 1868, a primeira montagem de um esqueleto completo de dinossauro (Brandão, 2008).

A ciência, embora tenha sido uma procura constante na história da Humanidade, veja-se o caso da descoberta do fogo, na Pré-História, ou do caso de Galileu na Idade Média, nem sempre foi exposta e/ou dada a conhecer a grupos de massas. O surgimento de coleções expostas nos designados museus, é relativamente recente na história do Homem. Os museus permitiram documentar e fornecer informação sobre imensuráveis factos científicos, onde se inserem as Geociências. Poder-se-á afirmar que a religião e a inexistência de um mundo global, constituíram dificuldades para a divulgação da ciência, numa determinada época da História. Este facto começou a ser dissipado com o aparecimento dos primeiros museus!

A apresentação e a investigação eram as principais finalidades dos museus, sendo a observação e a comparação as principais atividades proporcionadas (Brandão, 2008). A organização de coleções em museus surgiu como consequência da classificação e sistemática, desenvolvida por vários naturalistas, a partir do século XIX. Os museus eram aglomerados de peças, em grandes quantidades, agrupadas segundo determinados critérios e perceptíveis apenas por eruditos. No final do século XIX, com o desenvolvimento da educação pública, surgem elementos ilustrativos, recriações de peças e ambientes e elementos tridimensionais que acompanham as exposições. Este acontecimento, ainda é visível nos nossos dias!

A criação de novas universidades, o aparecimento do ensino técnico, o início da investigação industrial e a educação formal para o acesso à profissão de cientista tiveram igualmente, a sua expansão no decorrer do século XIX, o que de uma forma direta, levou à proliferação de atividades de divulgação científica (palestras, cursos livres, exposições universais, edições de revistas de popularização – Gregory e Miller, 1998, *in* Delicado, 2006).

Assim, pode-se referir que a perpetuação e o desenvolvimento da ciência estão associados a um conjunto de situações acima referidas, que permitiram dissipar o conhecimento científico de uma forma generalizada. Os museus, assim como as coleções de geociências, em particular, são o exemplo mais notório, porque permitem demonstrar de uma forma simplificada, o conhecimento científico. *Os museus constituem um dos múltiplos veículos utilizados para promover a cultura científica, apresentando todavia características fortemente distintivas: a materialidade e tridimensionalidade das exposições, a perenidade como instituições, a acessibilidade a um público alargado* (Delicado, 2006).

A evolução das Ciências Naturais e a plena assunção do carácter educativo dos museus levaram gradualmente, no decurso do século XX, à perda de importância das exposições baseadas na sistemática e na teoria da evolução, dando lugar a exposições temáticas de carácter didático, visando favorecer o diálogo e a comunicação entre o museu e o público (Carvalho, 1993). Neste sentido, a divulgação da ciência passou a ser feita em moldes diferentes, nomeadamente com o aparecimento de Centros de Ciência Viva.

Os centros de ciência têm como principais características distintivas o tipo de objetos em exposição (dispositivos interativos manipulados pelos visitantes), os principais destinatários (crianças e jovens) e a finalidade institucional (Gil, 1998 *in* Delicado, 2006).

Embora, atualmente, a ciência seja divulgada de uma forma interativa entre o Homem e a exposição, com grande recurso à tecnologia e utilização de multimédia. Esta continua a ser vivenciada em museus e/ou centros de ciência, entre outros, o que se traduz num conhecimento sobre os georrecursos por partes, e não no todo! A importância dos museus é histórica e fundamental para a compreensão e o ensino de qualquer ciência, seja qual a sua natureza. Esta perspetiva histórica serve para compreender que a divulgação da Geologia esteve sempre patente, mais que não fosse pelo carácter de beleza e raridade que alguns minerais têm, como pela curiosidade e interesse em compreender a evolução e a história da Terra. As coleções em Geociências e os museus sofreram profundas transformações, ao longo dos tempos, para que o carácter estático/estanque associado aos mesmos, se alterasse para uma perspetiva dinâmica e mais entusiasta e apelativa, a um público que, atualmente, vive circundado de informação e de tecnologia e, por isso, com elevado grau de conhecimento e exigência.

5.3. Casos em Portugal

5.3.1. Museus

Como já foi descrito em capítulos anteriores, em Portugal, existem um pouco por todo o território nacional locais onde foram e/ou são explorados georrecursos. A natureza dos mesmos, também pode ser considerável, e consequentemente o tipo de explorações. Assim, é de salientar que Portugal constitui uma boa representação dos georrecursos e das formas como são explorados. Recorde-se que existem minas, pedreiras a céu aberto, pedreiras subterrâneas, areeiros, aquíferos, entre outros e de onde são extraídos e processados (em alguns casos) materiais muitas vezes desconhecidos para a generalidade da população.

Este aspeto, para além de uma cultura e tradição mineira incutida em muitas regiões do país, fez com que surgissem coleções de georrecursos patentes nos museus mais importantes a nível nacional (veja-se o Museu de Ciência da Universidade de Lisboa, o Museu Geológico e o Museu de Ciência da Universidade de Coimbra, como exemplo) e, também, surgissem num nível mais local museus regionais ou etnográficos onde estão patentes aspetos relacionados com os georrecursos (ver tabela 5.1). (...) encontram-se também, em menor quantidade, em museus de âmbito local ou regional, de carácter pluridisciplinar ou monográfico (museus mineralógicos, paleontológicos ou mineiros), por vezes instalados em antigas explorações mineiras ou junto das ocorrências naturais de particular significado (Brandão, 2010).

Tabela 5.1. Inventariação dos Museus com interesse geológico em Portugal.

| <u>Designação</u> | <u>Exposições - Principais Temas</u> | <u>Localização</u> |
|--|---|--------------------|
| Museu Nacional de História Natural e da Ciência da Universidade de Lisboa www.mnhnc.ulisboa.pt/portal/page?_pageid=418,1&_dad=portal&_schema=PORTAL | - Aventura na Terra; - Allosaurus; - Coleções de Naturalista; - Minerais – Identificar e Classificar; - O minério da Panasqueira. | Lisboa |

| | | |
|---|---|------------------------------|
| Museu Geológico (LNEG) www.lneg.pt/MuseuGeologico | <ul style="list-style-type: none"> - Geologia de Lisboa; - Paleontologia; - Arqueologia; - Mineralogia. | Lisboa |
| Museus de Geociências do Instituto Superior Técnico https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/departamentos/decivil/lateral/odecivil/unidades-de-apoio/museus | <ul style="list-style-type: none"> - Museu Alfredo Bensaúde – mineralogia, cristalografia e petrologia; - Museu Décio Thadeu – geologia e jazigos minerais. | Lisboa |
| Museu da Água www.servicoaguaslivres.com | - Abrange 4 núcleos constituídos por monumentos e edifícios relacionados com a história do abastecimento de água de Lisboa nos séculos XVIII e XIX. | Lisboa |
| Museu de Ciência da Faculdade de Ciências – Universidade do Porto www.fc.up.pt/fcup/contents/php/transform.php?opt=estdependentes&id=2 | <ul style="list-style-type: none"> - Museu de História Natural; - Jardim Botânico; - Instituto Geofísico; - Observatório Astronómico. | Porto |
| Museu de História Natural da Faculdade de Ciências – Universidade do Porto http://www.fc.up.pt/fcup/contents/php/transform.php?opt=estdependentes&id=1&item=1763 | <ul style="list-style-type: none"> - Museu de Mineralogia Montenegro de Andrade; - Museu de Antropologia e Pré-História Mendes Corrêa; - Museu de Paleontologia Wenceslau de Lima; - Museu de Zoologia Augusto Nobre. | Porto |
| Museu da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) http://paginas.fe.up.pt/~sdinf/index.php/publisher/articleview/?SGLSESSID=26f40276e4015117aec40e3b03127688&/1/action/summary/frmCatID/79/ | - Núcleo museológico constituído por coleções de objetos que testemunham o ensino experimental e a investigação desenvolvidos pela instituição desde a sua criação, salientando-se as coleções do Departamento de Engenharia de Minas. | Porto |
| Museu do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) https://www.isep.ipp.pt/museu/ | - História dos últimos 160 anos de engenharia (Áreas da engenharia: Civil, Química, Mecânica, Física, Eletrotécnica, Minas e Metalurgia). | Porto |
| Museu de Jazigos Minerais Portugueses http://www.lneg.pt/iedt/unidades/26/paginas/76 | <ul style="list-style-type: none"> - Minérios de explorações portuguesas; - Artefactos arqueológicos relacionados com a exploração mineira em Portugal. | S. Mamede de Infesta (Porto) |
| Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra | <ul style="list-style-type: none"> - Mineralogia; - Petrologia; - Cartografia Geológica. | Coimbra |

| | | |
|--|---|-----------------------------|
| http://www1.ci.uc.pt/mmguc | | |
| <p>Museu da Ciência da Universidade de Coimbra</p> <p>http://www.museudaciencia.org/</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Física; - Astronomia; - Química; - História Natural; - Ciências Médicas. | Coimbra |
| <p>Museu do Quartzo</p> <p>http://www.cm-viseu.pt/index.php/diretorio/cultura/rede-municipal-de-museus/museu-do-quartzo</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Mineralogia; - Geologia regional e o quartzo no contexto geológico e mineralógico. | Viseu |
| <p>Museu de Geologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro</p> <p>http://museudegeologia.utad.pt/vPT/Area2/Paginas/default.aspx</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Rochas e Minerais; - Fósseis; - Aplicação das rochas e minerais. | Vila Real |
| <p>Museu do Ferro e da Região de Moncorvo</p> <p>http://www.torredemoncorvo.pt/museu-do-ferro</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Oficina do conhecimento sobre os ofícios; - Sala do Ferro. | Torre de Moncorvo |
| <p>Museu da Pedra do Município de Cantanhede</p> <p>http://www.cm-cantanhede.pt/mcsite/Content/?MID=7&ID=1744&MIID=287</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Estatuaría antiga e outros ornamentos em pedra de Ançã; - Processamento e exploração da pedra; - Geologia do concelho; - Artefactos arqueológicos; - Fósseis; - Exposições temporárias de escultura contemporânea. | Cantanhede |
| <p>Museu da Pedra do Marco de Canaveses</p> <p>http://www.jf-alpendorada.pt/index.php?op=conteudo&lang=pt&id=152</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Granito – relação do Homem com a pedra, a pedra com a arte, com o património e a sua história. | Marco de Canaveses |
| <p>Museu da Lousa</p> <p>http://www.cm-valongo.pt/pelouros/cultura/centro-cultural-de-campo-e-museu-da-lousa/</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Casa do Mineiro; - Espólio e documentação ligados à ardósia. | Valongo |
| <p>Casa da Malta/Museu Mineiro</p> <p>http://museumineirosaopedrodacova.blogspot.pt/</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Secção Geológica (Fósseis e Carvão); - Tradição mineira. | S. Pedro da Cova (Gondomar) |
| Museu do Canteiro | <ul style="list-style-type: none"> - Exposição permanente dedicada ao labor do canteiro. | Alcains (Castelo) |

| | | |
|---|--|---------------------------|
| http://museudocanteiro.blogspot.pt/ | | Branco) |
| Museu da Fábrica Maceira-Liz http://www.secil.pt/default.asp?pag=museu | - Património histórico e cultural da Fábrica Maceira-Liz (Indústria Cimenteira). | Maceira (Leiria) |
| Museu da Lourinhã http://www.museulourinha.org/ | - Paleontologia; - Arqueologia; - Etnografia. | Lourinhã |
| Museu Mineiro do Lousal https://www.google.pt/#q=Museu%20Mineiro%20do%20Lousal | - Arqueologia industrial mineira. | Lousal |
| Museu Municipal de Aljustrel http://www.mun-aljustrel.pt/menu/287/museu-municipal.aspx | - Arqueologia ligada à Indústria mineira da região. | Aljustrel |
| Museu da Lucerna http://www.cm-castroverde.pt/pt/%20226/museu-da-lucerna.aspx | - Coleção de Lucernas de época romana. | Castro Verde |
| Museu do Mármore de Vila Viçosa http://www.cm-vilaviosa.pt/pt/conteudos/Museu%20do%20M%c3%a1rmore/Museu%20do%20Marmore.htm | - Extração e transformação do mármore. | Vila Viçosa |
| Museu de História Natural do Funchal http://www.cm-funchal.pt/ciencia/index.php?option=com_content&view=article&id=220:museu-de-historia-natural-do-funchal&catid=106:museu-de-historia-natural-&Itemid=351 | - Rochas e minerais do Arquipélago da Madeira; - Fósseis marinhos de Porto Santo; - Jardim de Plantas Aromáticas e Medicinais. | Funchal (Madeira) |
| Museu Carlos Machado http://museucarlosmachado.azores.gov.pt/ | - Exposição permanente de minerais e rochas vulcânicas. | Ilha de S.Miguel (Açores) |
| Museu da Horta (Núcleo Museológico dos Capelinhos) http://www.azores.gov.pt/Portal/pt/entidades/pgra-drcultura-mh/ | - Relato fotográfico da erupção do Vulcão dos Capelinhos em 1957; - Exposição de escórias provenientes da erupção. | Ilha do Faial (Açores) |

Sobre os museus descritos (na tabela 5.1), pode afirmar-se que constituem locais de interesse geológico, com exposições, mais ou menos interativas, que contemplam as mais diversas áreas da geologia, nomeadamente aquela de maior interesse para esta dissertação, a dos georrecursos.

Como o especificado na tabela 5.1, pode-se aferir que, em determinados museus, existe uma elevada panóplia de elementos expostos, o que representa uma grande diversidade de temas existentes no mesmo local. Veja-se o caso do Museu de História Natural (Lisboa) ou do Museu Carlos Machado (Açores) que contêm coleções de área da Biologia, da Botânica, da Química, da Etnografia e da Geologia. Tal facto não se considera inoportuno, uma vez que os museus são locais de aquisição e aprofundamento de conhecimentos. De acordo com Delicado (2008), os museus científicos são fundamentalmente espaços onde a Ciência é exibida e disseminada a um público leigo. No mesmo sentido, a autora refere que os museus de temática científica são fundamentalmente vistos como espaços onde a Ciência é mostrada ao público, com a finalidade primordial de difundir conhecimento científico e gerar uma atitude positiva face à Ciência.

Pressupõe-se que exista uma enorme diversificação no público que assiste num museu e, portanto, a existência de inúmeras coleções pode potencializar a visita por parte de indivíduos com distintos interesses. No entanto, ao analisar-se a oferta de museus e a sua importância para o ensino das Geociências verifica-se que esta diversidade em determinados contextos, pode constituir uma objeção. A falta de especificidade dilui o conhecimento, ou seja, quando se trata de um museu com coleções referentes a diversas áreas, incorre-se no erro que a informação seja de conhecimento básico, ou que seja vista por esse aspeto. Existem, no entanto, alguns museus mais específicos, como é o caso do Museu do Mármore (Vila Viçosa), do Museu do Canteiro (Cantanhede) ou do Museu do Ferro (Moncorvo) que são específicos para a área dos Georrecursos. É possível observarem-se coleções de minerais, maquetes, reconstituições da história da Terra, aplicações dos demais recursos geológicos, a relação entre um determinado recurso geológico e a sociedade envolvente, entre outros, nos museus supracitados. Estas exposições têm uma enorme importância para o conhecimento das geociências, enriquecem o saber mais generalizado e são boas ferramentas para o estudo e compreensão da importância das geociências e dos georrecursos para as sociedades. Contudo, acredita-se que existe uma sobreposição das temáticas abordadas em cada uma das unidades museológicas, ou seja, alguns museus, podem incorrer no erro de serem repetitivos nas suas coleções e, por outro lado, a relação entre as exposições e a sua aplicação prática é, em alguns casos, insuficiente.

5.3.2. Centros de Ciência Viva

Na mesma sequência dos museus, no final do século XX, surgiram em Portugal, locais representativos das várias áreas da ciência, nomeadamente da Geologia. Esses locais são designados por Centros de Ciência Viva e trouxeram inovação no que se refere à forma como se expõem e transmitem conteúdos científicos.

A origem dos Centros de Ciência Viva está relacionada com a necessidade da existência de um carácter dinâmico no conhecimento da ciência, neste caso das geociências, que são patentes numa grande parte dos Centros de Ciência Viva (tabela 5.2). De acordo com a Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, *“os Centros de Ciência Viva são espaços interativos de divulgação científica e tecnológica distribuídos pelo território nacional, funcionando como plataformas de desenvolvimento regional – científico, cultural e económico – através da dinamização de atores regionais mais ativos nestas áreas.”*

Segundo a Rede de Centros de Ciência Viva in Borges (2013), “Os Centros de Ciência Viva têm como principal objetivo a divulgação da cultura científica e tecnológica junto da população portuguesa. Representam a moderna museologia da ciência e são espaços dinâmicos de conhecimento e lazer, onde se estimula a curiosidade e o desejo de aprender.”

Tabela 5.2. Inventariação da rede de Centros de Ciência Viva em Portugal.

| Designação | Principais temas | Localização |
|--|--|----------------------|
| Centro de Ciência Viva de Bragança http://www.braganca.cienciaviva.pt/home/ | - Energia, Ambiente e Sustentabilidade. | Bragança |
| Centro de Ciência Viva – Planetário do Porto tro.up.pt/planetario/index.php?WID=512&Lang=pt | - Astronomia. | Porto |
| Centro de Ciência Viva de Vila do Conde http://viladoconde.cienciaviva.pt/home/ | - Corpo Humano e o Sangue. | Vila do Conde |
| Centro de Ciência Viva – Visionarium http://www.visionarium.pt/index.html | - Exposições permanentes sobre os temas: Terra, Matéria, Universo, Vida, Odisseia Virtual. | Santa Maria da Feira |
| Centro de Ciência Viva de Aveiro – A Fábrica http://www.ua.pt/fabrica/ | - Atividades distintas: uma cozinha onde as receitas se transformam em protocolos científicos, duas atividades de robótica, uma fábrica que guarda informações inesperadas e ainda um laboratório com paredes de vidro. | Aveiro |
| Centro de Ciência Viva Rómulo de Carvalho http://nautilus.fis.uc.pt/rc/ | - Física; - Centro de recursos para o ensino e aprendizagem das ciências e difusão da cultura científica. | Coimbra |
| Centro de Ciência Viva de Coimbra – Exploratório Infante D. Henrique http://www.exploratorio.pt/ | - Atividades distintas: descobrir as várias formas de comunicar do mundo animal, dar a volta a Portugal de rocha em rocha, saltar na Lua, deixar a silhueta numa parede, usar um vegetal para ver as horas ou construir uma Europa a quatro cores. | Coimbra |
| Centro de Ciência Viva de Proença-a-Nova http://www.ccvfloresta.com/ | - Floresta. | Proença-a-Nova |
| Centro de Ciência Viva de Constância – Parque de Astronomia http://constancia.cienciaviva.pt/home/ | - Universo e Sistema Solar. | Constância |
| Centro de Ciência Viva do Alviela – Carsoscópio | - Aquíferos. | Alcanena |

| | | |
|--|--|------------------------------------|
| http://www.alviela.cienciaviva.pt/home/ | | |
| Centro de Ciência Viva de Sintra http://www.cienciavivasintra.pt/ | - A água, o Homem e o Meio Ambiente. | Sintra |
| Centro de Ciência Viva – Planetário Calouste Gulbenkian http://planetario.marinha.pt/PT/Pages/Planetario.aspx | - Astronomia. | Lisboa |
| Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva http://www.pavconhecimento.pt/home/ | - Física, Matemática, Tecnologia e outras áreas do conhecimento. | Lisboa |
| Centro de Ciência Viva de Estremoz http://estremoz.cienciaviva.pt/home/ | - Exposições relacionadas com os temas: Terra, um planeta dinâmico, e Sistema Solar. | Estremoz |
| Centro de Ciência Viva do Lousal http://www.lousal.cienciaviva.pt/home/ | - Conteúdos relacionados com a época em que a mina do Lousal se encontrava ativa, onde minérios formados há milhões de anos foram explorados por milhares de mineiros. | Lousal |
| Centro de Ciência Viva de Tavira http://www.cvtavira.pt/home/ | - Água e Energia. | Tavira |
| Centro de Ciência Viva do Algarve http://www.ccvalg.pt/public/ | - O Sol e a sua influência sobre a Terra e os seres vivos. | Faro |
| Centro de Ciência Viva de Lagos http://www.lagos.cienciaviva.pt/home/ | - Instrumentos de orientação e navegação, a vida a bordo de um navio e a comunicação à distância. | Lagos |
| Centro de Ciência Viva de Porto Moniz http://www.portomoniz.cienciaviva.pt/home/ | - Floresta Laurissilva. | Porto Moniz (Madeira) |
| Expolab – Centro de Ciência Viva dos Açores http://expolab.centrosciencia.azores.gov.pt/ | - Biologia; - Física. | Lagoa (Ilha de S. Miguel – Açores) |

Considerou-se importante mencionar a rede de Centros de Ciência Viva que existe em Portugal, especificando todos os centros existentes, mesmo que não estejam diretamente relacionados com a temática da Geologia. Embora, em muitos casos exista uma temática específica para cada centro, é importante referir que em todos eles existe uma interligação entre as várias áreas das Ciências Exatas, o que poderá incluir a Geologia.



Figura 5.2. Rede geográfica de Centros de Ciência Viva em Portugal (fonte: http://gam.pavconhecimento.pt/centros_cv/).

Os Centros de Ciência Viva acima indicados, cuja distribuição geográfica se verifica na figura 5.2, permitem a aquisição de conhecimentos e a compreensão de fenómenos através da experimentação, da visualização e do manuseamento. São efetivamente mais dinâmicos que os museus e, em quase todos os casos, representam uma forte interligação com o meio envolvente, veja-se o exemplo do Centro de Ciência Viva de Estremoz, inserido numa região com uma forte tradição na exploração de rochas, tem patente exposições de carácter geológico e mineiro. O Centro de Ciência Viva do Lousal, inserido numa antiga área mineira requalificada, pretende recriar o conhecimento relativo à exploração e processamento de recursos minerais. O Centro de Ciência Viva do Alviela, tem como intenção, recriar através da tecnologia, as origens da nascente do rio Alviela, para além disso, abrange uma série de atividades, exposições e simuladores sobre o modelado cársico, estrutura geológica presente na região. Os Centros de Ciência Viva, são essenciais para o conhecimento, para a motivação no ensino das ciências, para a sensibilização para as questões de sustentabilidade e ambientais e também para a perpetuação de tradições e fenómenos culturais das sociedades envolventes. Estes vão mais além, quando comparados com os tradicionais museus porque permitem a estimulação dos vários sentidos, a interação entre o conhecimento e o conhecedor, a construção do saber por experimentação. Contudo, será que a relação entre o conhecimento e a sua aplicação e implicação no quotidiano, serão suficientemente claras? O facto é que a presença em campo e a aprendizagem *in situ* não podem ser descuradas, pelo que o desenvolvimento da presente dissertação se centra nesta problemática.

5.3.3. Programa Ciência Viva

De uma outra forma e na sequência do aparecimento dos Centros de Ciência Viva, surge o Programa Ciência Viva. O programa de investimento da FCT “Ciência Viva – Promoção da Cultura Científica e Tecnológica” foi iniciado em 1999, na sequência do programa de investimento “Apoio ao Ensino e Divulgação da Ciência e Tecnologia” iniciado em 1996 no âmbito da Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica de onde transitou para a FCT quando este iniciou atividades em 1997 (www.fct.mctes.pt/programas/cviva.htm)

O programa Ciência Viva abrange um considerável número de projetos que se encontram em execução e/ou já foram concluídos. Os projetos contemplam inúmeras áreas da ciência e propõem-se ao desenvolvimento de competências como a pesquisa e o rigor científico, a aplicação de conhecimentos, a motivação para o ensino e aprendizagem da ciência, a promoção do ensino experimental, a cooperação, o desenvolvimento do espírito crítico, a preservação e as políticas de desenvolvimento sustentável, entre outros.

A Geologia tem sido uma das áreas divulgadas e trabalhadas no âmbito do Ciência Viva, nomeadamente, através do programa *Rocha Amiga* que pretendeu envolver escolas em atividades de partilha de conhecimentos e experiências sobre a geodiversidade de vários ambientes, como estratégia de sensibilização para o papel das geociências na sociedade contemporânea (www.cienciaviva.pt/divulgacao/rochaamiga). Entre as atividades salienta-se as de caracterização geológica da região das escolas concordantes e a recolha e caracterização de amostras de rochas.

Existem atividades de igual interesse, como é exemplo o *Programa Ciência Viva no Laboratório – Ocupação Científica de Jovens nas Férias*; que proporciona estágios em laboratórios de instituições públicas durante as férias escolares. A título de exemplo salienta-se a participação, em edições anteriores, do Departamento de Ciências da Terra, da FCT/UNL.

Pode referir-se, também, o programa *Escolher Ciência* que visa promover a aproximação entre os ensinos secundário e superior, numa perspectiva de partilha de recursos e de estímulo ao prosseguimento de estudos em áreas científicas e tecnológicas (www.cienciaviva.pt). Este programa permite desenvolver projetos entre universidades e escolas com ensino secundário onde são realizadas atividades nas várias áreas das ciências, e que permitem aos alunos ter contato com os recursos humanos e os recursos materiais das referidas instituições. Salienta-se o projeto “À descoberta das águas invisíveis” desenvolvido pelo Instituto Superior Técnico e a Escola Secundária de Camões, que desenvolveram atividades no âmbito da Hidrogeologia.

O auge do Programa Ciência Viva é a *Ciência Viva no Verão* que consiste num extenso número de atividades e saídas de campo nas áreas da Astronomia, Geologia, Biologia, Engenharia, Faróis e Castelos.

De acordo com o jornal o Público de dia cinco de julho de 2013, as inscrições no Programa Ciência Viva no Verão, a decorrer entre 15 de Julho e 15 de Setembro, abriram sexta-feira e 4000 pessoas inscreveram-se logo nos primeiros 15 minutos. Citado pela mesma fonte, este programa de divulgação científica é “o mais aguardado” do Verão. Ao todo, nestes três meses, houve 1700 eventos gratuitos em todo o país sobre biologia, geologia, engenharia, castelos e faróis. As ações são guiadas por especialistas de cada área.

Noticiado pela Agência Lusa, em 15 de Julho de 2013, cerca de 16500 pessoas estão já inscritas no programa de divulgação científica *Ciência Viva no Verão*.

Em rigor, no que se refere à Geologia, existem várias atividades que abrangem, de uma forma mais ou menos extensa, todo o território nacional (figura 5.3). As atividades contemplam saídas de campo para todas as vertentes da Geologia, por exemplo, a Paleontologia na saída de

campo *Caminhando com os dinossauros ... uma viagem ao Jurássico de Torres Vedras*, ou a Geologia Estrutural na atividade *A Matemática por trás da Geologia no litoral SW de Portugal* (Praia do Castelejo – Vila do Bispo). Relativamente aos Georrecursos podem citar-se as atividades:

- *À descoberta da riqueza das Minas de Regoufe e Rio de Frades* (Arouca);
- *As antigas minas de água do Mosteiro de S. Martinho de Tibães: um percurso pela Geoconservação* (Braga);
- *Do barreiro à roda de oleiro* (Redondo – Évora);
- *Mármore de Estremoz: geologia e tecnologia de exploração de mármore* (Vila Viçosa);
- *Mina de Sal-Gema – Campina de Cima* (Loulé);
- *A riqueza hídrica da Serra da Estrela* (Gouveia);
- *A Geologia e o Património* (Vila Nova de Foz Côa);
- *O planalto de granito rosa das Berlengas, geomonumento a valorizar e divulgar* (Peniche);
- *Minas de ouro de Castromil: uma viagem ao passado* (Paredes – Porto);
- *O geo-recurso granítico da pedreira de Monte Córdova: um exemplo de desmonte com explosivos* (Santo Tirso);
- *Geo-sítios do Faial vistos por mar* (Horta – Faial);
- *Viagem de canoa às origens da água de Lisboa* (Tomar);
- *Mina Radical* (Lousal – Grândola);

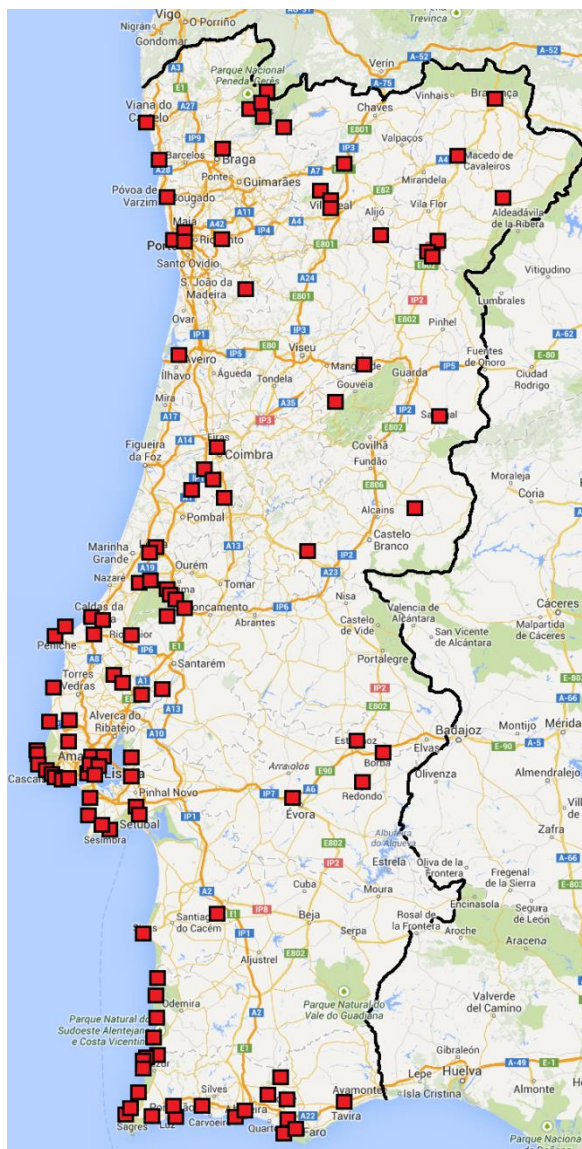


Figura 5.3. Distribuição geográfica das atividades de Geologia no âmbito da Ciência Viva no Verão 2013

(Adaptado de <http://www.cienciaviva.pt/veraocv/comum/2013/atividadeshoje.asp>).

Pela análise do número de atividades abrangidas pelo Programa Ciência Viva pode determinar-se que é seu objetivo atingir o maior número de interessados e permitir que todas as regiões do país sejam contempladas. A mais-valia deste Programa, quer ao nível dos projetos, quer na Geologia de Verão, é permitir um contacto direto com a Geologia em atividades e saídas de campo. Este aspeto parece ser fundamental e determinante uma vez que a participação tem sido massiva, o que indica que a Geologia atualmente é uma ciência com grande interesse e importância e para além disso, a possibilidade de observar fenómenos *in situ* estimula a motivação pelo conhecimento das Geociências.

Existe pois um bom aproveitamento das estruturas geológicas, em consonância com Centros de Ciência Viva, Institutos e/ou Universidade e respetivos profissionais qualificados na área, o que se reflete no elevado número de propostas de atividades da Geologia de Verão. Deve-se salientar também, como aspeto muito positivo o facto de empresas da indústria extrativa (como é o caso da Mina de Sal-Gema) se disponibilizarem para o aproveitamento de um determinado Georrecurso, como um recurso didático.

O programa Ciência Viva e mais concretamente as atividades supracitadas, têm grande adesão, devido a determinados fatores. Em primeiro lugar porque são bem divulgadas junto da população (escolas, universidades e *media*), em segundo lugar porque são ministradas por especialistas de diversas áreas da Geologia, associados a institutos e/ou universidades de elevado referencial e credibilidade e, em terceiro lugar porque a conjuntura económica atual conduziu a uma mudança de mentalidade e do nível de vida, ou seja existe uma procura crescente de atividades gratuitas e de qualidade, como as oferecidas pela Geologia de Verão.

5.3.4. Geoparques

A entrada no século XXI exponenciou o envolvimento e interesse da comunidade científica pelas questões relacionadas com o património geológico, nomeadamente com os potenciais locais de interesse geológico. Para além da inovação dos museus, ou da criação dos Centros de Ciência Viva e dos Programas de Ciência Viva surgem, ainda, os Geoparques.

Um Geoparque é definido como um território com património geológico de importância internacional, raridade ou apelativo esteticamente, no qual foi desenvolvido como parte de um conceito integrado de conservação, educação e desenvolvimento económico local (UNESCO; Rede Global de Geoparques, 2006; *in* Azman *et al.*, 2010). O conceito de Geoparque surgiu na Europa no final do século XX (Sá *et al.*), sendo a sua definição, assim como os seus requisitos de tal forma abrangentes, que se remetem a uma determinada área geográfica que abrange locais com interesse geológico relevante, nomeadamente formações geológicas e/ou estruturas com particular importância, pela sua raridade, espetacularidade, beleza e/ou interesse científico. Por outro lado, representam e caracterizam uma região, e por permitem a interação entre os mais variados domínios da ciência e do conhecimento, sejam eles a ecologia, a botânica, a zoologia, a cultura, a etnografia, a história, entre outros. A determinação/classificação de uma área como um Geoparque é da responsabilidade da UNESCO, que define os parâmetros necessários para a sua implementação. Pode-se afirmar que os objetivos mais evidentes de um Geoparque passam pela educação e pela sustentabilidade. O impacto nos seus habitantes passará pela devida reapreciação dos valores herdados e por uma participação ativa na revitalização cultural do território (Seilacher, 2005).

Um Geoparque corresponde a um território bem delimitado geograficamente, com uma estratégia de desenvolvimento sustentado, baseada na conservação do património geológico, em associação com os restantes elementos do património natural e cultural, com vista à melhoria das condições de vida das populações que habitam no seu interior (Brilha, 2009). Um Geoparque deverá ter um papel ativo no desenvolvimento económico do espaço territorial através da valorização da paisagem, enquanto herança geológica e do geoturismo. Nele identificam-se “geossítios”, que são locais geológicos de particular importância, raridade ou beleza, que funcionam como núcleos de atração para atividades turísticas e afins, sendo o conjunto regido por um projeto de desenvolvimento económico e social sustentável. São os propósitos de um Geoparque fomentar a Geoconservação, a educação para o desenvolvimento sustentável e o turismo. De acordo com Brilha (2009), a criação de Geoparques veio revolucionar o modo como se divulgam as Geociências. Integrando na estratégia de gestão de um Geoparque, não só o património geológico, como também a biodiversidade, a arqueologia e outros aspetos da herança cultural, de facto as Geociências ganharam visibilidade pública.

Tabela 5.3. Inventariação dos Geoparques em Portugal.

| <u>Designação</u> | <u>Principais temas</u> | <u>Localização</u> |
|---------------------|--|---|
| Geoparque Arouca | <p>No Geoparque de Arouca estão referenciados 41 geossítios que se destacam pela sua singularidade e notável valor do ponto de vista científico, didático e/ou turístico, com particular destaque para as Trilobites Gigantes de Canelas, para as Pedras Parideiras de Castanheira e para os Icnofósseis do Vale do Paiva.</p> <p>Estão referenciados quatro geossítios de importância internacional.</p> <p>(www.geoparquearouca.com/?p=geoparque&sp=osgeossitios)</p> | Área administrativa do concelho de Arouca |
| Geoparque Naturtejo | <p>O vasto património geomorfológico, geológico, paleontológico, e geomineiro, apresenta elementos de relevância nacional e internacional, de que são exemplo os icnofósseis de Penha Garcia, os cânhões fluviais de Penha Garcia, das Portas do Ródão e de Almourão, a mina de ouro romana do Conhal do Arneiro e as morfologias graníticas da Serra da Gardunha e Monsanto.</p> <p>Para além dos geossítios, o Geopark Naturtejo conta com o Parque Natural do Tejo Internacional e com áreas protegidas no âmbito da Rede Natura 2000 (sítios Gardunha, Nisa e S. Mamede) e das <i>Important Bird Areas</i> (Penha Garcia - Toulões e as serranias quartzíticas do Ródão), que testemunham a sua riqueza ecológica.</p> <p>(www.naturtejo.com)</p> | Corresponde a um território de 4616 km ² , nos concelhos de Castelo Branco, Idanha-a-Nova, Proença-a-Nova, Nisa, Oleiros e Vila Velha de Ródão |
| Geoparque Açores | <p>O arquipélago dos Açores apresenta uma rica e vasta geodiversidade e um importante património geológico, composto por diversos locais de interesse científico, pedagógico e turístico. O Geoparque Açores assenta numa rede de geossítios, dispersos pelas nove ilhas e zona marinha envolvente;</p> <ul style="list-style-type: none"> i) Garante a representatividade da geodiversidade que caracteriza o território açoriano; ii) Que traduz a sua história geológica eruptiva; iii) Com estratégias de conservação e promoção comuns; iv) Baseada numa estrutura de gestão descentralizada e com apoio em todas as ilhas. <p>(www.azoresgeopark.com/geoparque_acores)</p> | As 9 ilhas do Arquipélago dos Açores |

Os 3 Geoparques em Portugal, nomeadamente o Geoparque de Arouca, o Geoparque Naturtejo e o Geoparque Açores (tabela 5.3), e atualmente o *Aspiring* Geoparque Terras de Cavaleiros têm como principais finalidades a divulgação e o ensino das Geociências, a perpetuação do património geológico, a sensibilização para a exploração sustentável dos recursos naturais, o ordenamento do território e a interação entre as comunidades locais, permitindo um desenvolvimento regional. Constituem um veículo de ensino imprescindível para professores e alunos, para além de fomentarem a curiosidade e o gosto pela geologia. Os geoparques, inventariando e conservando geossítios no seu território, contribuem para a promoção do ensino das Geociências. O simples facto de serem identificados geossítios de valor educativo já é contribuição relevante para o ensino da Geologia, facilitando a atividade dos professores que, por vezes, se sentem inseguros na realização de aulas de campo (Brilha, 2009).

O desenvolvimento de estratégias de promoção educativa recorrendo ao património geológico da região, com a disponibilização de guias devidamente treinados e de recursos educativos apropriados, tem-se revelado como um fator essencial para incentivar os professores a promoverem aulas de campo com os alunos, de diversos graus de ensino, particularmente pré-universitário (Brilha, 2009).

Paralelamente à criação de Geoparques, atualmente, estão inventariados 350 geossítios disponíveis na base de dados do Grupo Português *The European Association for the Conservation of Geological Heritage*. No entanto, estão referidos na tabela 5.4, aqueles que de acordo com Brilha e Pereira (2012) constituem a par de um elevado valor científico, um alto valor estético e uma fácil acessibilidade. Alguns destes sítios inventariados estão incluídos na rede nacional de Geoparques, como é o caso das Portas de Rodão (Geoparque Naturtejo), das Dobras da Serra da Freita e das Pedras Parideiras de Castanheira (Geoparque Arouca) e também o caso do Algar do Carvão ou da Caldeira das Furnas, ambos no Geoparque Açores. A classificação de locais em geossítios é importante porque, para além destes constituírem bons locais de exemplificação para o ensino das Geociências, permite a geoconservação deste património.

Tabela 5.4. Geossítios classificados em Portugal (adaptado de Brilha e Pereira, 2012).

| <u>Nome</u> | <u>Principais temas</u> | <u>Localização</u> |
|--|--|------------------------------------|
| Blocos Erráticos do Alto Vez | Prova inequívoca de antigas glaciações | Serra da Peneda (Monção) |
| Meda de Rocalva | Blocos Graníticos | Serra do Gerês (Terras de Bouro) |
| Vale de Compadre | Evidências de antigos glaciares | Serra do Gerês (Montalegre) |
| Minas da Borralha | Mina de Volfrâmio | Salto (Montalegre) |
| Gnaisses de Lagoa | Vestígios de um antigo continente transportado sobre a península Ibérica | Lagoa (Macedo de Cavaleiros) |
| Canhão do Douro em S. João das Arribas | Vale encaixado na Meseta Ibérica | Miranda do Douro |
| Vale da Vilariça | Relevos tectónicos | Vila Flor (Torre de Moncorvo) |
| Ribeira do Mosteiro | Dobras à escala micro, macro e mesoscópica | Poiares (Freixo de Espada à Cinta) |
| Complexo Metamórfico da Foz do Douro | Afloramentos em ambiente urbano | Foz do Douro (Porto) |
| Granito de Lavadores | Afloramento granítico | Canidelo (Vila Nova de Gaia) |
| Fojo das Pombas | Mineralizações e vestígio da | Valongo |

| | | |
|--|---|---------------------------------|
| | exploração de ouro no tempo dos Romanos | |
| Fósseis da Pedreira do Valério | Jazida fossilífera de trilobites | Canelas (Arouca) |
| Pedras Parideiras da Castanheira | Granito com nódulos de biotite, quartzo e feldspato | Albergaria da Serra (Arouca) |
| Dobras da Serra da Freita | Dobramentos em rochas metamórficas do Complexo Xisto-Grauváquico | Albergaria da Serra (Arouca) |
| Sequência estratigráfica de Algeriz | O mais completo registo do Carbónico continental | Vila Nova de Monsarros (Anadia) |
| Rochas Jurássicas do Mondego | Espessas camadas de calcários e fósseis, com registo fóssil, de referência científica internacional | Buarcos (Figueira da Foz) |
| Vale do Zêzere | Vale Glaciar | São Pedro (Manteigas) |
| Inselberg de Monsanto | Relevo do tipo monte-ilha | Monsanto (Idanha-a-Nova) |
| Ichnofósseis de Penha Garcia | Pistas Fósseis de trilobites gigantes | Penha Garcia (Idanha-a-Nova) |
| Portas de Ródão | Estreitamento do vale do Tejo | Vila Velha de Ródão |
| Crista Quartzítica de Marvão | Crista Quartzítica | Santa Maria de Marvão (Marvão) |
| Rochas fossilíferas de Vale Furado | Arribas litorais | Pataias (Alcobaça) |
| Rochas cretácicas do Sítio da Nazaré | Rochas cretácicas que representam a emersão de uma antiga região marinha costeira. | Nazaré |
| Fórnea de Alcária | Sequência sedimentar do Jurássico, muito fossilizada. | Alcária (Porto de Mós) |
| Pedreira do Galinha | Monumento Natural das Pegadas de Dinossauros | Bairro (Ourém) |
| Olhos de Água do Alviela | Nascente com maior caudal em Portugal | Louriceira (Alcanena) |
| Rochas e Fósseis da Península de Peniche | Sucessão de rochas calcárias estratificadas do Jurássico | Peniche |
| Penedo do Lexim | Disjunção colunar basáltica | Cheleiros (Maфра) |
| Fósseis da Praia Grande do Rodízio | Pegadas de Dinossauros | Colares (Sintra) |
| Rochas e estruturas geológicas da Ponta da Abelheira | Efeitos da abertura de um oceano e de uma intrusão magmática | Alcabideche (Cascais) |
| Arriba fóssil da Costa de Caparica | Arriba fóssil expondo sedimentos depositados nos últimos 20 milhões de anos | Costa de Caparica (Almada) |
| Pedreira do Jaspe | Afloramento de Brecha da Arrábida | S.Lourenço (Setúbal) |
| Rochas e fósseis do Cabo Espichel | Sucessão de camadas inclinadas com mais de 600 m de espessura (calcários, margas e arenitos dos | Castelo (Sesimbra) |

| | | |
|---|---|---|
| | períodos Jurássico-Cretácico) Pegadas de Dinossauros | |
| Gruta do Escoural | Grutas formadas em mármores | Santiago do Escoural (Montemor-o-Novo) |
| Pedreira António Mocho | Mármores afetados por duas fases de dobramentos | Conceição (Vila Viçosa) |
| Graptólitos e icnofósseis de Barrancos | Fósseis de graptólitos com mais de 400 milhões de anos | Barrancos |
| Cascata do Pulo do Lobo | Escavamento do leito do rio Guadiana | Mértola ou Santa Maria (Serpa) |
| Mina de S.Domingos | Antiga exploração mineira integrada na Faixa Piritosa Ibérica | Corte do Pinto (Mértola) |
| Sequência estratigráfica do Pomarão | Vestígios de vulcanismo submarino | Santana de Cambas (Mértola) |
| Foz dos Ouriços | Dobras | Almograve (Odemira) |
| Praia da Murração | Registo do Carbónico marinho | Vila do Bispo |
| Discordância da Ponta do Telheiro | Discordância entre formações do Carbónico e formações do Triásico | Vila do Bispo |
| Praia da Mareta | Rochas do Jurássico Médio e Superior | Sagres, Vila do Bispo |
| Arribas litorais da Luz de Lagos à Ponta da Piedade | Sequência sedimentar, que representa diferentes ambientes de deposição. | Lagos |
| Ria Formosa | Sistema de ilhas-barreira | Loulé, Olhão, Tavira, Vila Real de Santo António |
| Fajã Grande e Fajãzinha | Litoral típico de ilhas vulcânicas | Lajes das Flores (Flores, Açores) |
| Caldeirão | Caldeirão vulcânico | Corvo (Corvo, Açores) |
| Vulcão dos Capelinhos | Vulcão dos Capelinhos | Horta (Faial, Açores) |
| Montanha do Pico | Ponto mais alto de Portugal e maior vulcão dos Açores | Lajes do Pico, Madalena, S.Roque do Pico (Pico, Açores) |
| Cordilheira Vulcânica Central | Alinhamento de vulcões basálticos e estruturas tectónicas associadas | Calheta, Velas (São Jorge, Açores) |
| Caldeira e Furna de Enxofre | Cavidade vulcânica no interior da caldeira de um vulcão | Santa Cruz da Graciosa (Graciosa, Açores) |
| Algar do Carvão | Algar vulcânico com estalactites siliciosas | Angra do Heroísmo (Terceira, Açores) |
| Caldeira das Furnas | Maior caldeira vulcânica com recursos hidrominerais e termais | Povoação (S.Miguel, Açores) |
| Arribas da Ponta do Castelo | Rochas que representam a ilha mais antiga dos Açores | Vila do Porto (Santa Maria, Açores) |
| Cabo Girão | Arriba viva, constituída por um empilhamento de depósitos piroclásticos e | Câmara de Lobos (Madeira) |

| | | |
|--|---|-------------------|
| | escoadas de lava | |
| Caldeirão do Inferno | Incisão fluvial profunda | Santana (Madeira) |
| Disjunção Prismática da Ribeira do Faial | Disjunção prismática ou colunar, numa escoada basáltica | Santana (Madeira) |
| Cone Vulcânico da Sra. Da Piedade | Estrutura interna de um antigo vulcão | Machico (Madeira) |
| Ponta de S. Lourenço | Geodiversidade do extremo oriental da Madeira | Machico (Madeira) |
| Pico de Ana Ferreira | Disjunção prismática ou colunar de grandes dimensões | Porto Santo |
| Praia de Porto Santo | Areias constituídas por fragmentos de algas calcárias, conchas de moluscos e microfósseis variados de organismos marinhos da última glaciação | Porto Santo |

Os Geoparques e respetivos geossítios surgem numa área delimitada, onde estão reunidas as condições necessárias para o desenvolvimento de várias atividades que permitam atingir as finalidades acima referidas. Contudo, apesar da importância confinada aos Geoparques e Geossítios acima mencionados, existem outros locais com grande pertinência no ensino das geociências, e que representam locais de antigas ou atuais explorações de georrecursos, como é o caso das Minas da Borralha, o Fojo das Pombas, a Pedreira António Mocho, a *Rota da Pirite* (constituída, de acordo com Matos *et al.*, 2008, pelos sítios mineiros da Faixa Piritosa Ibérica, como Aljustrel, São Domingos, Lousal e Canal Caveira, e que pretende dar continuidade à valorização do conhecimento geológico e mineiros das minas sobresscritas). Estes locais representam apenas uma pequena parcela da indústria extrativa em Portugal. Por outro lado, embora existam geossítios associados à exploração de georrecursos, estes não constituem evidências entre a estrutura geológica, a sua extração e a sua aplicação na sociedade. Ou seja, não se conhecem visitas orientadas para os diferentes graus de ensino, em que se expliquem e se observem em tempo real, as fases de extração, de processamento e de aplicação de um determinado georrecurso.

5.3.5. Outros locais com interesse Geológico em Portugal

Pela grande geodiversidade existente em Portugal, existem outros locais com elevado interesse geológico (tabela 5.5).

Tabela 5.5. Outros locais com interesse geológico (adaptado de Roteiro de Minas e Pontos de interesse Mineiro e Geológico de Portugal www.roteirodeminas.pt).

| <u>Designação</u> | <u>Principais temas</u> | <u>Localização</u> |
|------------------------------|--|--------------------|
| Parque Paleozóico de Valongo | - Preservação de fósseis de Trilobites e outros organismos da Era Paleozóica; - Preservação de um conjunto de características geológicas que fazem com que a Serra de Valongo se torne um laboratório vivo sobre a História da Terra. | Valongo |

| | | |
|--|--|----------------------|
| Passeio Geológico da Foz do Douro | - Visita guiada ao "Complexo Metamórfico da Foz do Douro". | Porto |
| Trilho Geológico | - Mostra permanente da Geologia do Alentejo (minério de cobre de Neves Corvo, mármore de Trigaches, xisto de Barrancos, arenito de Alfundão com fósseis de ostras, gabro de Beja). | Beja |
| Mina do Lousal | - Espaço requalificado e valorizado onde as infra-estruturas físicas, os equipamentos e o acervo associados ao património mineiro do Lousal foram ou estão a ser intervencionados. | Lousal |
| Mina de Aljustrel | - Malacate do Poço Viana; - Núcleo da Central de Compressores | Aljustrel |
| Mina de Castromil | - Percurso pedestre (com materiais didáticos) onde são referidos aspetos mineiros e geológicos; - Visita aos trabalhos subterrâneos, com explicação sobre as técnicas aplicadas na antiguidade para a exploração e extração do ouro; - Geologia local (fenómenos responsáveis pela ocorrência de mineralização de ouro). | Castromil (Paredes) |
| Ecomuseu Salinas de Rio Maior | - Atendimento, visitas guiadas; serviços educativos e interpretação do meio natural e cultural no tempo e no espaço, da área do Vale Diapírico da Fonte da Bica. | Rio Maior |
| Centro Interpretativo do Complexo Mineiro de Tresminas | - Mineração Romana; - Património Natural; - Visita às galerias subterrâneas do complexo mineiro. | Vila Pouca de Aguiar |
| Centro de Interpretação Científica das Grutas da Moeda | - Espaço interativo destinado a questões relacionadas com as Ciências da Terra. (interação com equipamentos e exposições que facilitam o entendimento dos fenómenos geológicos e ambientais do Maciço Calcário Estremenho). | Batalha (Leiria) |

6. O ENSINO DA GEOLOGIA EM PORTUGAL

6.1. Breve História do Ensino da Geologia em Portugal

O valor educativo da Geologia consiste no facto do seu estudo constituir a única forma de sensibilizar as pessoas para a proteção do Património Geológico, levando-as à consciencialização da sua importância (Mateus, 2001).

A Geologia tem-se revelado uma ciência aglutinadora de várias áreas do conhecimento. Com o avanço da ciência e da tecnologia esta tem demonstrado uma grande importância ainda que muito diluída para a opinião pública em geral. O conhecimento da Geologia é fundamental para as áreas da engenharia, da construção, da indústria, da medicina, da estética, entre as demais. Ou seja, pode-se afirmar que a civilização de hoje não é viável sem a Geologia. Sem esta ciência não existiriam fontes energéticas como o petróleo, o carvão, o gás natural ... nem de barragens ou grandes obras de engenharia ... nem de matérias-primas essenciais metálicas e outras ... nem recursos hídricos ou a implementação do correto ordenamento do território (Antunes, 1991).

A importância da Geologia não se limita apenas ao conhecimento do sistema solar, de fenómenos tectónicos, à caracterização das principais rochas e minerais, ou à sismologia e vulcanologia. A Geologia tem implicações maiores e mais importantes. É certo que as já referidas não devem ser descuradas, mas a relevância da Geologia implica os conhecimentos básicos e a ponte entre esses conhecimentos e a aplicação de materiais geológicos nas sociedades atuais. De facto, a presente dissertação, propõe um “caminho” entre o conhecimento de um determinado fenómeno geológico e a sua utilização na sociedade. Um dos pontos de chegada será o de desmistificar a ideia que a Geologia se caracteriza por um profundo conhecimento teórico de fenómenos que, na maioria dos casos, nem são perceptíveis à escala humana. A Geologia é importante e tem grande aplicabilidade nas coisas mais elementares do quotidiano. A sua pertinência exige que seja estudada e/ou ensinada de forma a que se compreenda a sua real importância.

Como foi referido em capítulos anteriores, o Homem recorreu aos meios que a Geologia lhe facultou para se fixar e evoluir. No entanto, apesar de ter sido desde sempre utilizada, a Geologia necessitou de um maior e mais aprofundado conhecimento a partir da Revolução Industrial. Facto que é evidenciado pela criação de instituições de ensino e pela criação de institutos de investigação.

Em Portugal, pode afirmar-se que existe uma longa tradição de ensino da Geologia, a nível pré-universitário, em escolas oficiais, cujos primórdios são datados do século XIX, com a criação dos primeiros liceus em 1836 (Amador, 2008). De qualquer das formas, será importante referir que o ensino da Geologia remonta, inicialmente ao século XVI, associado fundamentalmente a ordens religiosas como o caso dos Jesuítas. Contudo, abrangia apenas a classe nobre e o clero. A Geologia era incluída como matéria rudimentar na disciplina de Filosofia, através da leitura e comentário das obras de Aristóteles, nomeadamente os tratados *Meteorológicos*, *Phisica* e *De Coelo* (Amador, 2008). Atualmente, pode dizer-se que tal facto não é totalmente descabido, sendo necessário para o conhecimento das Geociências um sentido filosófico, e podem surgir diferentes interpretações para um mesmo facto geológico, dependendo do nível de conhecimento de quem está a interpretar.

A Geologia era lecionada na disciplina intitulada “*Princípios de Historia natural dos três reinos da natureza aplicada às artes e ofícios*” (Amador, 2008). Para esta autora, a designação demonstra que a sua relevância nos currículos está associada a fatores de ordem política, mas principalmente à sua necessidade enquanto matéria-prima e, por isso, no início do século XIX, quando Portugal se encontrava mergulhado numa grave crise económica, considerou-se que a

exploração das eventuais riquezas minerais poderia ser uma possível solução. O ensino da Geologia coloca em evidência uma das grandes preocupações deste período: conhecer com rigor o país, solos e subsolos, para deles poder obter as riquezas necessárias ao desenvolvimento industrial de uma nação (...).

Os temas mais explorados relacionavam-se com a Mineralogia e a Cristalografia, sendo posteriormente, na segunda metade do século XIX, incluída a Geologia Histórica (Amador, 2008). Neste contexto, cabe ainda destacar que no início do século XIX a Geologia era uma ciência em expansão. Se por um lado a revolução industrial reforçara o seu interesse em termos económicos, durante grande parte do século XIX e a primeira parte do século XX, foi a Geologia histórica, associada à descrição da história da Terra e da Vida, que mais contribuiu para a sua divulgação.

Posteriormente, a Geologia foi integrada em disciplinas cuja designação remetia para uma vasta área de conhecimentos lecionados, nomeadamente, *“Introdução à Historia Natural dos tres Reinos, com as suas mais usuaes applicações à Indústria, e noções geraes de Physica, e mais tarde, Elementos de physica, chimica e historia natural”* (Amador, 2008). Textos da época manifestam o descontentamento de alguns professores pelo facto da Geologia, embora fazendo parte dos programas oficiais, não ser muitas vezes ensinada nos liceus. A razão apontada para tal, era o facto da maior parte dos professores, com formação na área da Medicina, terem uma maior conhecimento e interesse pelo domínio de Biologia do que pela própria Geologia (Amador, 2008). Em análise, atualmente, o ensino da Geologia rege-se pelo mesmo chavão, o que pode ser justificado pela predominância de professores, a lecionar, licenciados na área da Biologia. Contudo, esta tendência tende a diminuir, uma vez que a partir do século XXI, a Geologia tem sido alvo de maior interesse, quer pelo seu valor enquanto matéria-prima, quer pelo seu valor patrimonial!

Com o aparecimento dos primeiros liceus implementa-se o conceito de currículo escolar, dotado de um conjunto de disciplinas que se consideravam importantes para a formação básica dos cidadãos, a Geologia obteve assim a sua independência.

Na época do Estado Novo surgem reformas importantes no ensino, nomeadamente, o curso dos liceus passou a estar subdividido em curso geral (5 anos) e curso complementar (2 anos) estudando os alunos conteúdos de Geologia, no curso geral na disciplina de *“Elementos de historia natural, de physica e de chimica”*, enquanto no curso complementar o mesmo se passava na disciplina de *“Physica, chimica e historia natural”*. São também referidas as excursões como necessárias para o estudo das Ciências Naturais (Amador, 2008), (...) a Mineralogia e Cristalografia ganharam nova ênfase, que poderá ter sido catapultada por factos históricos, nomeadamente a Segunda Guerra Mundial e a Guerra Colonial (Amador, 2008). Relativamente às Ciências da Natureza preconizava-se a presença de objetos de estudo, sempre que possível, só depois se aceitava a sua representação gráfica(...) afirmava-se que o ensino das ciências, no curso complementar só deveria ser ministrado em liceus que tivessem gabinetes e laboratórios, com material suficiente para a realização de trabalhos práticos individuais (Amador, 2008).

De uma forma mais ou menos regular, a Geologia foi introduzida no ensino secundário, catapultada, em grande parte, por interesses de origem económica. Por outro lado, o facto da ciência ter evoluído, e terem sido aceites as teorias evolucionistas, permitiu conceber que a História da Terra é muito mais longa que a História da Humanidade e talvez por isso, a Geologia também tenha tomado o devido destaque no ensino secundário.

Assim, e de acordo com Bolacha e Mateus (2008^b), a Geologia foi introduzida gradualmente no ensino pré-universitário e posteriormente aumentado o número de horas da disciplina no currículo.

Atualmente, considera-se que a especificidade do conhecimento geológico, como informação básica para estudos mais avançados em áreas científicas e tecnológicas com aplicações na crosta terrestre, justifica plenamente a sua inclusão no currículo ao nível do secundário, nas áreas de estudo de Ciências e Tecnologias (...) (Trindade e Bonito, 2008), (...) e permite àqueles que pretendem seguir os estudos no ensino superior nos cursos de engenharia civil, minas, geológica e afins, ou cursos de ecologia e de ambientes, lhes seja exigido o mínimo de conhecimento geológico que lhes facilite a familiarização com noções mais profundas desse conhecimento (Bonito *et al.*, 1999).

Ao nível do ensino universitário, segundo Araújo e Neiva (2010), qualquer análise terá que considerar dois ou três momentos relevantes. As escolas Politécnicas, as Escolas Militares e a Universidade de Coimbra (única até 1911) responderam ao desenvolvimento da ciência e da sociedade com a presença no início do século XIX, de profissionais que criaram os Serviços Geológicos, responsáveis pelo desenvolvimento da cartografia geológica e pela intervenção na área de exploração de recursos minerais, assim como da hoje designada Geologia Aplicada.

Esta foi uma época pautada pelo intenso trabalho no domínio da Geologia, em parte devido aos Serviços Geológicos Portugueses e ao trabalho desenvolvido entre outros, por Carlos Ribeiro, Paul Choffat e Joaquim Filipe Nery Delgado (Costa 1942, Torre da Assunção 1980, Antunes 1989, Teixeira e Gonçalves 1980, *in* Amador, 2008). As necessidades económicas e a pressão exercida pelos demais governos conduziu a que no ensino universitário fossem criadas disciplinas dedicadas exclusivamente ao ensino de temas geológicos (Amador, 2008).

Para os autores Araújo e Neiva (2010), nos anos 40, o grande impulso formativo da Universidade do Porto vai contribuir para uma maior intervenção na área do ensino das Universidades de Coimbra, Lisboa e Técnica de Lisboa. A investigação e a cartografia são vetores qualificativos que permitem responder às necessidades da época – mais e melhores profissionais para a inventariação, pesquisa e exploração de materiais que a II Grande Guerra exigia, abrangendo o continente e alargada aos territórios coloniais. Para os mesmos autores, o segundo momento de profundas alterações das Ciências Geológicas teve grande expansão na Revolução de Abril de 1974. Esta resultava de uma necessidade individual e social de acesso ao Ensino Superior, o que conduziu a um aumento no número de cursos oferecidos e, simultaneamente, maior abertura na frequência de alunos. A expansão do Ensino Secundário e a exigência de docentes habilitados vai aumentar o campo da empregabilidade. As novas universidades vão poder oferecer cursos diferentes nestas áreas, o que arrasta uma resposta dinâmica das Faculdades de Ciências e Faculdades de Ciências e Tecnologias (Araújo e Neiva, 2010).

A pressão gerada pela procura da Universidade é também respondida com a criação de núcleos inovadores na oferta e assiste-se ao aparecimento de departamentos como Geociências, Ciências da Terra e cursos de Engenharia Geológica, Geologia Aplicada, Recursos Geológicos, Engenharia de Minas e Georrecursos, Engenharia de Minas e Geoambiente (Araújo e Neiva, 2010).

6.2. Os Georrecursos em conteúdos programáticos

De acordo com Bonito (2000) o ensino das ciências constitui uma parte complexa da ciência, que deve ter o objetivo, o método e o campo de aplicação adequados ao contexto escolar, assegurando a ligação com os valores do aluno e com o objetivo da escola.

As Geociências aparecem, compreensivelmente, com algum relevo nos atuais currículos do Ensino Básico e do Ensino Secundário, dada a reconhecida importância que hoje é atribuída aos conteúdos de Geologia na formação científica do cidadão (Rebelo e Marques, 2000).

Como foi referenciado no anterior subcapítulo, a história do ensino da Geologia em Portugal tem uma considerável tradição, que atualmente é espelhada nos currículos e orientações curriculares de todos os níveis e/ou ciclos de escolaridade.

A Geologia e todos os conteúdos que lhe estão associados são ensinados a partir dos anos mais básicos da escolaridade. Ao nível do primeiro ciclo numa área curricular designada por Estudo do Meio, ao nível do segundo ciclo de escolaridade na disciplina de Ciências da Natureza e ao nível do terceiro ciclo na disciplina de Ciências Naturais. No entanto, ao nível destes ciclos de ensino, os conteúdos são muito elementares.

Relativamente ao ensino secundário, a complexidade e a exigência deste grau de ensino são mais elevadas. Na disciplina de Biologia e Geologia são lecionados conteúdos em grande extensão, inseridos na Geologia. Os Georrecursos fazem parte dos conteúdos programáticos, como se pode constatar na figura 6.1. O seu estudo permite adquirir conhecimentos sobre a sua classificação, a sua aplicação e a exploração sustentável dos mesmos.

No início do século XXI, a Geologia, cuja evolução esteve quase sempre associada à identificação, à classificação e à exploração de recursos oriundos da geosfera, precisa de conciliar o desenvolvimento económico a que as sociedades legitimamente aspiram, com formas sustentáveis de exploração e de utilização dos referidos recursos naturais. Em simultâneo, deve ainda pugnar pelo desenvolvimento de atitudes de valorização do património natural que visem a sua conservação (Amador, 2010).

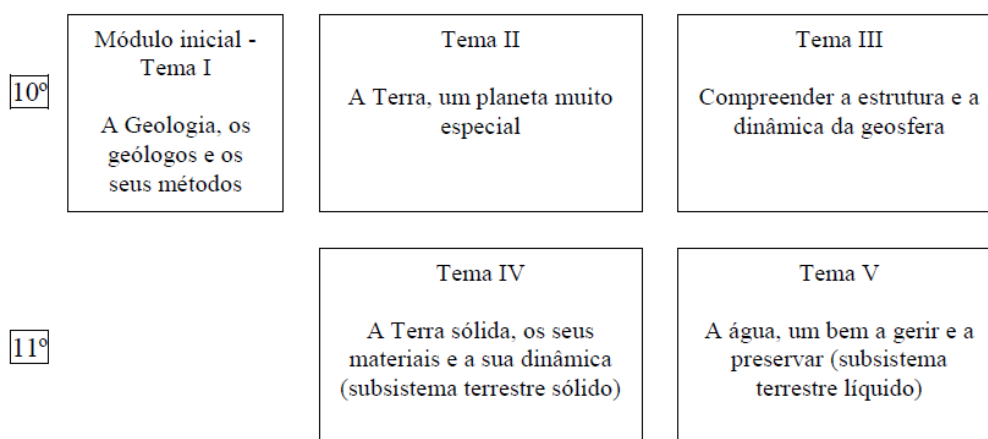


Figura 6.1. Visão geral do programa de 10.º e 11.º ano de Biologia e Geologia (adaptado de Amador *et al.*, 2001, 2003).

De acordo com os conteúdos programáticos propostos pelo Ministério da Educação e Ciência para as disciplinas de Biologia e Geologia e de Geologia, dos autores Amador *et al.* (2001, 2003), os objetivos que presidiram à seleção e organização dos conteúdos programáticos (conceptuais, atitudinais e procedimentais) podem ser agrupados da seguinte forma: os que

são comuns ao ensino das ciências experimentais, a nível do ensino secundário e aqueles que, naturalmente, são específicos para a área da Geologia.

Nos primeiros incluem-se:

- i) interpretar os fenómenos naturais a partir de modelos progressivamente mais próximos dos aceites pela comunidade científica;
- ii) aplicar os conhecimentos adquiridos em novos contextos e a novos problemas;
- iii) desenvolver capacidades de seleção, de análise e de avaliação crítica;
- iv) desenvolver capacidades experimentais em situações de indagação a partir de problemas do quotidiano;
- v) desenvolver atitudes, normas e valores;
- vi) promover uma imagem da Ciência coerente com as perspetivas atuais;
- vii) fornecer uma visão integradora da Ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a Sociedade e o Ambiente;
- viii) fomentar a participação ativa em discussões e debates públicos respeitantes a problemas que envolvam a Ciência, a Sociedade e o Ambiente;
- ix) melhorar capacidades de comunicação escrita e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente, as TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação).

No segundo tipo de objetivos incluem-se:

- I) compreender os princípios básicos do raciocínio geológico;
- II) conhecer os principais factos, conceitos, modelos e teorias geológicas;
- III) interpretar alguns fenómenos geológicos com base no conhecimento geológico;
- IV) aplicar os conhecimentos geológicos adquiridos a problemas do quotidiano, com base em hipóteses explicativas e em pequenas investigações;
- V) desenvolver competências práticas relacionadas com a Geologia;
- VI) reconhecer as interações que a Geologia estabelece com as outras ciências;
- VII) valorizar o papel do conhecimento geológico na Sociedade atual.

Tabela 6.1. Visão geral dos temas propostos para o programa de 10.º ano de escolaridade na componente de Geologia (adaptado de Amador *et al.*, 2001).

| Módulo Inicial Tema I – A Geologia, os geólogos e os seus métodos | Tema II – A Terra, um planeta muito especial | Tema III – Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera |
|--|---|---|
| <i>(Apresentação de uma situação-problema)</i> 1. A Terra e os seus subsistemas em interação. 1.1. Subsistemas terrestres. 1.2. Interação de subsistemas. 2. As rochas, arquivos que relatam a História da Terra. 2.1. Rochas sedimentares. | <i>(Apresentação de uma situação-problema)</i> 1. Formação do Sistema Solar. 1.1. Provável origem do Sol e dos planetas. 1.2. Planetas, asteróides e meteoritos. 1.3. A Terra – acreção e diferenciação. | <i>(Apresentação de uma situação-problema)</i> 1. Métodos de estudo para o interior da geosfera. 2. Vulcanologia 2.1. Conceitos básicos. 2.2. Vulcões e tectónica de placas. 2.3. Minimização de riscos vulcânicos – previsão e prevenção. |

| | | |
|--|--|--|
| <p>2.2. Rochas magmáticas e metamórficas.</p> <p>2.3. Ciclo das Rochas.</p> | <p>2. A Terra e os planetas telúricos.</p> <p>2.1. Manifestação da atividade geológica.</p> <p>2.2. Sistema Terra-Lua, um exemplo paradigmático.</p> <p>3. A Terra, um planeta único a proteger.</p> <p>3.1. A face da Terra; continentes e fundos oceânicos.</p> <p>3.2. Intervenção do Homem nos subsistemas terrestres.</p> <p>3.2.1. Impactos na geosfera.</p> <p>3.2.2. Proteção ambiental e desenvolvimento sustentável.</p> | <p>3. Sismologia</p> <p>3.3. Conceitos básicos.</p> <p>3.4. Sismos e tectónica de placas.</p> <p>3.5. Minimização de riscos sísmicos – previsão e prevenção.</p> <p>3.6. Ondas sísmicas e descontinuidades.</p> <p>4. Estrutura interna da geosfera.</p> <p>4.1. Modelo segundo a composição química.</p> <p>4.2. Modelo segundo as propriedades físicas.</p> <p>4.3. Análise conjunta dos modelos anteriores.</p> |
| <p>3. A medida do tempo e a idade da Terra.</p> <p>3.1. Idade relativa e idade radiométrica.</p> <p>3.2. Memória dos tempos geológicos.</p> <p>4. A Terra, um planeta em mudança.</p> <p>5.1. Princípios básicos do raciocínio geológico.</p> <p>4.1.1. O presente é a chave do passado (atualismo geológico);</p> <p>4.1.2. Processos violentos e tranquilos (catastrofismo e uniformitarismo).</p> <p>4.2. Mobilismo geológico. As placas tectónicas e os seus movimentos.</p> | | |

Tabela 6.2. Visão geral do tema IV proposto para o programa de 11.º ano de escolaridade na componente de Geologia (adaptado de Amador *et al.*, 2003).

| Tema IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano |
|--|
| <p>1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento:</p> <p>1.1. Bacias hidrográficas (<i>Análise de uma situação problema</i>).</p> <p>1.2. Zonas costeiras (<i>Análise de uma situação problema</i>).</p> <p>1.2. Zonas de vertente (<i>Análise de uma situação problema</i>).</p> <p>2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres.</p> <p>2.1. Principais etapas de formação das rochas sedimentares. As rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da Terra.</p> <p>2.2. Magmatismo. Rochas magmáticas.</p> <p>2.3. Deformação frágil e dúctil. Falhas e dobras.</p> <p>2.4. Metamorfismo. Agentes de metamorfismo. Rochas metamorfismo. As rochas metamórficas.</p> <p>3. Exploração sustentada de recursos geológicos.</p> |

No currículo disciplinar em vigor para o Ensino Secundário, no décimo segundo ano de escolaridade, no caso da área referente ao Curso Humanístico de Ciências e Tecnologia, existe a disciplina de Geologia como opção, entre um conjunto de outras. Os conteúdos lecionados correspondem ao especificado na tabela 6.3.

Tabela 6.3. Visão geral dos temas/conteúdos do programa de Geologia de 12.ºano escolaridade (adaptado de Amador e Silva, 2004).

| Tema I – Da Teoria da Deriva dos Continentes à Teoria da Tectónica de Placas. A dinâmica da litosfera. | Tema II – A História da Terra e da Vida | Tema III – A Terra ontem, hoje e amanhã |
|---|--|--|
| <p><i>Situação-problema: as teorias científicas são entidades que permanecem estáveis no tempo?</i></p> <p>1. Génese e evolução da Teoria da Deriva dos Continentes. 1.1. O globo terrestre explicado pelos contracionistas e permanentistas (período pré-wegeneriano). 1.2. A Teoria da Deriva Continental de Wegener. Argumentos geofísicos, geológicos, paleontológicos, paleoclimáticos e geodésicos. 1.3. Críticas à Teoria da Deriva dos Continentes. 1.4. Os primeiros passos de uma nova teoria – a Teoria da Tectónica de Placas. Topografia dos fundos oceânicos e evidências paleomagnéticas.</p> <p>2. Dinâmica da litosfera e grandes estruturas geológicas. 2.1. A convenção do manto terrestre e o movimento das placas litosféricas. 2.2. Movimentos verticais da litosfera. Equilíbrio isostático. 2.3. Movimentos horizontais da litosfera. Formação de riftes e de cadeias montanhosas.</p> | <p><i>Situação-problema: qual a história geológica da região onde a escola se insere?</i></p> <p>1. A medida do tempo e a história da Terra. Exemplos de métodos de datação. 1.1. “Relógios” sedimentológicos. Litostatigrafia. Ciclos de gelo-degelo. 1.2. “Relógios” paleontológicos. Biostatigrafia. Dendrocronologia. 1.3. Métodos físicos e geofísicos. Datações radiométricas. Magnetostatigrafia.</p> <p>2. Tabela cronostatigráfica. Equivalência entre unidades cronostatigráficas e geocronológicas.</p> <p>3. Geohistória. A vida no Pré-Câmbrico, no Paleozóico, no Mesozóico e no Cenozóico. Evolução Paleogeográfica.</p> <p>4. A história geológica de uma região. 4.1. Cartografia geológica. 4.2. Interpretação a partir de uma carta dos principais aspetos geológicos da região onde a escola se insere.</p> | <p><i>Situação-problema: será possível conciliar o desenvolvimento da sua região com a preservação dos recursos geoambientais?</i></p> <p>1. A Terra antes do aparecimento do Homem. Paleoclimas e impacto da dinâmica litosférica nas mudanças climáticas.</p> <p>2. Mudanças ambientais na história da Terra e evolução da espécie humana.</p> <p>3. O Homem como agente de mudanças ambientais. 3.1. Aquecimento global. 3.2. Exploração de minerais e de materiais de construção e ornamentais. Contaminação do ambiente. 3.3. Exploração e modificação dos solos. 3.4. Exploração e contaminação das águas.</p> <p>4. Que cenários para o século XXI? Mudanças ambientais, regionais e globais.</p> |

Como se constata nas tabelas 6.1, 6.2 e 6.3, os conteúdos de Geociências são muito diversificados, sendo que a componente de georrecursos é frisada, embora com uma especificidade diferente para os vários anos de escolaridade.

O estudo dos georrecursos é permanente nos conteúdos programáticos, logo a utilização de uma pedreira em laboração como um georrecurso didático é mais que justificável e pertinente no ensino. A importância deste trabalho, está pois, em adequar os conteúdos programáticos àquilo que é expectável e visível numa pedreira em laboração. Esse tema pode ser incluído em todos os anos do ensino secundário, nas temáticas demarcadas a vermelho nas referidas tabelas.

Ao nível do ensino superior, como foi anteriormente descrito, existem as demais áreas em que é necessário um conhecimento elementar da Geologia e, mais concretamente, dos georrecursos. Contudo, há uma grande diversidade de cursos de ensino superior de 1.º ciclo e/ou 2.º ciclo de Geologia, Engenharia Geológica e Engenharia de Minas, onde se destacam especificamente as disciplinas referentes à formação, caracterização, exploração e processamento de georrecursos, nomeadamente, as enumeradas na tabela 6.4, abaixo referenciada.

Tabela 6.4. Inventariação das unidades curriculares de conteúdos referentes à formação, caracterização, exploração e processamento de georrecursos e respetivos cursos (informação retirada dos *sites* oficiais das instituições de ensino).

| Instituição de Ensino Superior | Curso | Disciplinas |
|--------------------------------|--|--|
| Universidade de Aveiro | Licenciatura em Engenharia Geológica | Minerais e Rochas Industriais |
| | Licenciatura em Biologia e Geologia | Recursos Geológicos |
| | Mestrado em Engenharia Geológica | Todas as referentes ao percurso Recursos Geológicos |
| | Mestrado em Geomateriais e Recursos Geológicos | Recursos Minerais não Metálicos Impacto e Recursos Geoambientais Tratamento de Minerais e Rochas Industriais |
| Universidade de Coimbra | Licenciatura em Geologia | Recursos Minerais Não Metálicos Geologia Ambiental e Riscos Naturais |
| | Mestrado em Ciências da Terra | Gestão Sustentável e Georrecursos |
| | Mestrado em Engenharia Geológica e de Minas | Recursos Minerais Exploração e Céu Aberto Qualidade, Segurança e Ambiente |
| | Mestrado em Geociências | Métodos de Exploração de Georrecursos |

| | | |
|--|---|--|
| Universidade de Évora | Licenciatura em Engenharia Geológica | Recursos Minerais Exploração de Georrecursos |
| | Licenciatura em Geologia | Recursos Minerais Geologia do Ambiente e Ordenamento do Território |
| | Mestrado em Engenharia Geológica | Tecnologia de Pedreiras Tecnologia Mineira Rochas Industriais e Ornamentais |
| Universidade de Lisboa – Faculdade de Ciências | Licenciatura em Geologia (ramo de Geologia Aplicada e do Ambiente) | Recursos Minerais Não Metálicos |
| | Licenciatura em Geologia (ramo de Geologia e Recursos Naturais) | Recursos Minerais e Impactes Ambientais |
| | Mestrado em Geologia Económica (ramo de Caracterização e Exploração de Recursos minerais) | Caracterização e Valorização de Massas Minerais |
| | Mestrado em Geologia Económica (ramo de Prospeção Mineral) | |
| Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior Técnico | Licenciatura em Engenharia Geológica e de Minas | Recursos Geológicos Recursos Minerais |
| | Mestrado em Engenharia Geológica e de Minas | Exploração de Pedreiras |
| Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia | Licenciatura em Engenharia Geológica | Rochas Industriais e Ornamentais |
| | Mestrado em Engenharia Geológica (ramo Georrecursos) | Tecnologia de Pedreiras Processamento e Valorização de Recursos Minerais |
| | Mestrado em Engenharia Geológica (ramo Geotecnia) | Tecnologia de Pedreiras |
| Universidade do Minho | Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia | Depósitos Minerais |
| | Licenciatura em Geologia | Depósitos Minerais Economia do Ambiente e Recursos Naturais Valorização de Recursos Minerais |
| | Mestrado em Geociências (área de especialização em | Rochas e Minerais Industriais |

| | | |
|---|---|---|
| | valorização de recursos geológicos) | |
| | Mestrado em Ordenamento e Valorização de Recursos Geológicos | Depósitos Minerais Não Metálicos |
| Universidade do Porto Faculdade de Ciências | Licenciatura em Geologia | Recursos Geológicos |
| | Mestrado em Geologia | Caracterização de Materiais Geológicos Complementos de Recursos Geológicos Impacto e Recuperação Geoambiental |
| | Mestrado em Geomateriais | Recursos Metálicos e Não Metálicos Complementos de Recursos Geológicos Impacto e Recursos Geoambientais Exploração de Depósitos Minerais |
| Faculdade de Engenharia | Licenciatura em Ciências de Engenharia – Engenharia de Minas e Geo-Ambiente | Desmonte de Maciços Sistemas de Carga e Transporte |
| | Mestrado em Engenharia de Minas e Geo-Ambiente | Lavra e Obras Subterrâneas Exploração de Massas Minerais |
| Instituto Politécnico do Porto – Instituto Superior de Engenharia | Licenciatura em Engenharia Geotécnica e Geoambiente | Georrecursos Extração e Transformação de Rocha Ornamental Desmonte de Maciços Rochosos I Desmonte de Maciços Rochosos II |
| Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro | Licenciatura em Biologia e Geologia | Recursos Minerais e Energéticos Geologia Aplicada |

A oferta relativamente às Ciências Geológicas é elevada e denota-se um considerável interesse pela área dos georrecursos, demonstrada na pertinência em contemplar disciplinas da especialidade em todas as instituições de ensino indicadas na tabela 6.4. É possível que a sociedade esteja desperta para a necessidade e total dependência que o Homem tem pelos georrecursos. No entanto, considera-se que não existe uma ligação muito estreita entre os conteúdos teóricos lecionados nas aulas e a prática associada à exploração de um determinado georrecurso. Ou seja, quando se fazem saídas de campo a determinadas indústrias extrativas, quem recebe não tem, por vezes, o conhecimento daquilo que se

pretende com a visita e que se adequa a uma determinada disciplina. Por outro lado, quem visita vê, em muitas situações, as suas expectativas goradas porque não estabelece a relação entre o conhecimento teórico e a sua aplicabilidade. O objetivo desta dissertação é colmatar, tanto quanto possível, esta necessidade e adequar uma saída de campo à Pedreira Alexandrino Pais Leitão aos níveis de ensino e ao que é pretendido.

No caso da Universidade Nova de Lisboa (FCT), a título de exemplo, na disciplina de Tecnologia de Pedreiras, poder-se-á organizar uma saída de campo, em que se visualizam as técnicas, métodos e instrumentos de engenharia associados à extração da rocha. Enquanto que na disciplina de Processamento e Valorização dos Recursos Minerais, visitar-se-ia a zona correspondente à fábrica de processamento onde é possível identificarem-se técnicas de corte, tipos de acabamento, transformação da rochas, e aplicabilidade. Observar-se-ia todo o percurso do georrecurso (rocha ornamental) desde a saída da pedreira até ao embalamento do produto final para o cliente. Na componente prática, desta dissertação, um dos objetivos é representar o que foi acima referido.

6.3. A importância do trabalho de campo no ensino das Geociências

O objetivo do trabalho de campo no ensino da Geologia não é contribuir para a formação de geólogos, mas sim trabalhar procedimentos atitudes e conceitos geológicos que ajudem o aluno a compreender e interpretar o meio natural (Rebelo e Marques, 2000). (...) não se trata de aprender Geologia de campo, mas sim Geologia no campo (Pedinaci *et al.*, 1998).

De acordo com Ramsey (1993), o ensino da Ciência pretende contribuir para a formação de cidadãos responsáveis, socialmente conscientes, não pode ser apenas o “ensino laboratorial” e a “sala de aula”, mas deverá ser alargado ao meio social. Assim, surgem as atividades realizadas fora da escola, como as visitas a museus, visitas a reservas naturais, saídas de campo, etc. Existe a necessidade urgente de incutir nos cidadãos, valores referentes ao ambiente. A escola tem um papel crucial neste processo, podendo as saídas de campo ser um instrumento, que visa promover uma cultura de respeito pelo ambiente (Salvador, 2002). As atividades fora da sala de aula visam atingir, de facto, objetivos sociais, afetivos e científico-tecnológicos (Salvador, 2002).

O trabalho de campo em Geologia é uma estratégia essencial e indispensável para o ensino da Geologia uma vez que, por um lado, os materiais e estruturas terrestres podem ser identificados mais facilmente do que quando é feita uma descrição das suas características. Por outro lado, o estudo das associações dos materiais e estruturas atuais podem conduzir à descoberta de novas relações e características e, assim, permitir a construção de novas conceções (Compton, 1985, *in* Ferreira *et al.*, 2009).

A componente prática e a importância da Geologia de Campo ou Engenharia Geológica Aplicada à Exploração de Rochas Ornamentais e da relação entre Ciência vs Tecnologia, são fundamentais para o conhecimento e compreensão da mesma. Aliás, como foi referido no ponto 6.1, desde a época do Estado Novo que se incute a obrigatoriedade das saídas de campo e dos trabalhos práticos no ensino da Geologia. As saídas de campo em Geologia apresentam inúmeras vantagens podendo afirmar-se que:

- i) permitem visualizar fenómenos que são impercetíveis à escala humana;
- ii) admitem a contextualização de etapas importantes da História da Terra;
- iii) possibilitam a relação entre a História da Humanidade com a existência de determinadas estruturas geológicas;
- iv) são motivadoras para outras aprendizagens;

- v) estimulam o gosto e o interesse pelas aprendizagens das ciências;
- vi) permitem relacionar conteúdos teóricos com aspetos do quotidiano;
- vii) permitem relacionar a ciência com a tecnologia;
- viii) contribuem para inclusão de políticas de desenvolvimento sustentável;
- ix) estimulam e incutem a responsabilidade da preservação do património geológico;
- x) ajudam na identificação e diferenciação das várias litologias *in situ*, contribuindo para o desenvolvimento de competências de profissionais na área da Geologia (Geólogos e Engenheiros Geólogos, por exemplo);
- xi) desenvolvem o espírito crítico.

Considera-se que a Geologia é relativamente mais difícil de aprender a partir de livros do que outras ciências naturais, pelo que sem atividades de campo, em quantidade significativa, as Ciências da Terra têm o seu futuro comprometido (van Loon, 2008, *in* Ferreira *et al.*, 2009). Neste sentido, é indesejável a tendência atual de diminuição de locais para a realização de excursões e trabalho de campo, tornando-se necessário tomar medidas para preservação dos locais de valor educacional ou científico (van Loon, 2008, *in* Ferreira *et al.*, 2009). De certa forma, este trabalho surge como alerta e uma medida preventiva para que a escassez de saídas de campo não se verifique. As restrições orçamentais estão na base da diminuição da realização de saídas de campo. Em muitos casos, muitos professores demitem-se da utilização de trabalhos de campo porque não se sentem à vontade na dinamização dos mesmos, não têm o *know how* na identificação de estruturas geológicas e não conseguem relacionar a geologia com a sua aplicação quotidiana. Por outro lado, alguns professores não têm, e não é suposto terem, conhecimentos alargados de engenharia que lhes permita explicações técnicas numa saída de campo a uma indústria extrativa. A Geologia em todas as suas áreas deve, para além de ser ensinada nos programas curriculares, ser lecionada prioritariamente através de saídas de campo porque permite que se adquiram conceções reais referentes aos fenómenos e dimensões geológicas. Segundo Bonito *et al.* (1999) o campo constitui o ensino imediato da geologia por duas razões. Uma delas é porque traduz a acessibilidade de observação e a outra é porque constitui o próprio palco do processo histórico-geológico.

Por outro lado, as saídas de campo podem desenvolver competências de preservação e manutenção do meio ambiente, de valorização do Património Geológico e de Gestão Sustentável dos Recursos, o que se torna, na sociedade atual, tão importante de adquirir como o conhecimento científico propriamente dito. De acordo com Salvador (2002) existe a necessidade urgente de incutir nos cidadãos valores referentes ao Ambiente. A Escola tem um papel crucial neste processo, podendo as atividades realizadas fora da escola constituir um instrumento que visa alcançar este objetivo.

Para Salvador e Vasconcelos (2003), um considerável número de investigações têm destacado as saídas de campo como sendo um elemento promotor de um ensino-aprendizagem adequado às exigências atuais da Didática da Geologia.

As saídas de campo no ensino da Geologia, devem ser de uma obrigatoriedade consonante com aquilo que é lecionado nos programas disciplinares. As saídas de campo devem contribuir para a alfabetização científica dos seus participantes, e ser organizada e desenvolvida por um monitor com preparação científica e académica para o efeito.

Toda e qualquer atividade de ensino em Geologia a nível elementar deve privilegiar o desenvolvimento de atitudes de problematização sobre os vários processos que se desenrolam nos diversos sistemas terrestres, visando a compreensão do registo geológico e a aquisição de capacidades de observação/registo de factos, medição *in situ* de parâmetros críticos e/ou de resposta a questões específicas suscitadas durante o estudo de exemplos paradigmáticos (Mateus, 2001).

De acordo com a perspectiva de Orion (1993), a saída de campo é importante na divulgação e ensino das geociências e depende fundamentalmente do tipo de preparação que se faz e dos métodos de ensino que se utilizam. É por isso que se propõe que a saída de campo não deve ser a primeira nem a última experiência de aprendizagem. Além disso, a preparação de uma saída de campo deverá ter em conta as aprendizagens que são desenvolvidas em sala aula, mas também o grau de conhecimento e a preparação transmitida ao longo da saída.

De acordo com Orion (1993) existem três tipos de ambientes físicos de aprendizagem: i) o ambiente natural - áreas naturais selvagens; ii) ambiente semi-natural - jardins zoológicos, parques naturais, arredores urbanos; iii) o ambiente construído pelo Homem - museus de ciência, centros de ciência-tecnologia, indústrias, entre outros.

Uma saída para fora da escola poderá ser uma atividade em ambiente natural (trabalho de campo, por exemplo, estudo de um afloramento rochoso - Orion, 1993; Orion e Hofstein, 1994; Orion *et al.*, 1997), ou uma atividade em ambiente construído pelo Homem (por exemplo, a visita de estudo a uma empresa - Orion *et al.*, 1997; Salvador e Vasconcelos, 2003).

Para o desenvolvimento desta dissertação, o local de realização da saída de campo pode ser considerado um *ambiente construído pelo Homem*.

Orion (1993) apresentam um modelo inovador, tridimensional do ciclo de aprendizagens, em que hierarquização dos conceitos se faz num movimento em espiral, do concreto para o abstrato (fig. 6.2).

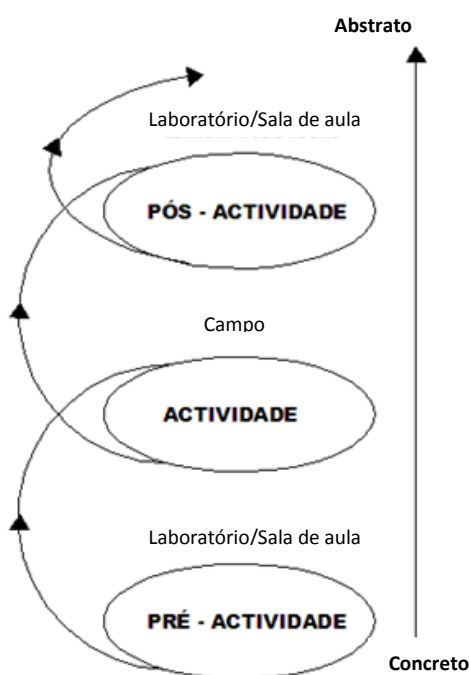


Figura 6.2. Modelo Nir Orion (adaptado de Orion, 1993).

Este modelo considera que as atividades devem ser planificadas em três fases distintas: preparação da viagem; viagem e pós viagem. A fase "Preparação da viagem" tem como ambiente de aprendizagem o ambiente de sala de aula e tem uma duração variável. Durante esta fase deverão ser desenvolvidas tarefas, intencionais e cuidadosamente preparadas, com o

objetivo principal de preparar os alunos para a atividade exterior. Nesta primeira fase, Orion (1993) refere a importância daquilo que se designa por *espaço novidade*, *espaço desconhecido* (*novelty space*), causado pelo ambiente desconhecido, influenciando a capacidade de aprendizagem dos alunos. Relativamente à segunda fase, “Viagem”, esta ocorre fora da sala de aula e apresenta-se como a unidade central do módulo. Na atividade de campo há uma interação constante entre os alunos e o meio, de modo que aqueles vão construindo a informação a partir do meio. Os alunos constroem o conhecimento em vez de estarem passivamente a obter as informações do professor. Assim, esta fase desenrola-se em diferentes momentos: i) organização de atividades; ii) organização de atividades que promovam o questionamento intra e inter grupos; iii) investigação/procura individual; iv) discussão orientada pelo professor; v) o trabalho é concluído com questões abertas. A última fase “Pós viagem” é uma fase de profunda análise, reflexão e abordagem estruturada e articulada dos conhecimentos e informações obtidas e ocorre na sala de aula. Nesta fase serão avaliadas as atitudes dos alunos face à saída de campo.

Ainda de acordo com o modelo apresentado por Orion (1993), as atividades devem ser organizadas segundo seis etapas de desenvolvimento que seguidamente se apresentam: i) organização dos conceitos: nesta etapa, os conceitos são organizados segundo o seu nível de abstração e distribuídos segundo o ambiente de aprendizagem apropriado (laboratório, sala de aula); ii) seleção da área de estudo: a área do estudo deve ser escolhida de acordo com as características didáticas relevantes, devendo localizar-se perto da escola; iii) seleção das paragens: esta etapa dá ênfase à seleção de locais com características educacionalmente relevantes; iv) distribuição dos conceitos por várias paragens: a distribuição dos conceitos pelas várias paragens é conseguida de forma articulada com as suas características; v) organização do roteiro: a construção deste roteiro deve ter em conta alguns aspetos, tais como: o percurso a percorrer não obriga a um grande esforço físico; devem ser consideradas as condições climáticas; o percurso deve ser acessível; a localização das paragens e locais relevantes não deve prejudicar a aprendizagem; deve existir interligação entre as paragens; as paragens devem estar a uma distância não superior a 15 minutos a pé e a 30 minutos de carro; as atividades realizadas em cada paragem não devem ultrapassar uma hora de duração, não devendo uma saída de um dia incluir mais que 6 a 8 paragens; vi) construção de materiais de apoio para professores e alunos: esta etapa deve incluir: material diverso para professor; material diverso para o aluno.

Com base neste modelo foi planificada uma saída de campo, descrita no capítulo 7. A escolha da metodologia proposta por Orion (1993), prendeu-se com o facto de esta ser referente a saídas de campo no âmbito do Ensino da Geologia.

7. CASO DE ESTUDO – PEDREIRA DA EMPRESA ALEXANDRINO PAIS LEITÃO

A componente prática desta dissertação de tese de mestrado foi desenvolvida na empresa Alexandrino Pais Leitão, mais concretamente na unidade empresarial das Lameiras, onde se localiza uma pedreira da empresa e as unidades de processamento.

7.1. Caracterização geral da pedreira e unidade de processamento

7.1.1. Características gerais da empresa

A empresa em estudo para o desenvolvimento do caso prático tem a designação de Alexandrino Pais Leitão Lda., é uma empresa do sector das rochas ornamentais, com extração de rochas carbonatadas, mais especificamente o calcário ornamental comercialmente conhecido por Lioz e comercialização de diferentes tipos de rochas carbonatadas e graníticas.

Esta empresa é composta por várias unidades industriais em Portugal, a que correspondem, o armazém de Santo Tirso, o armazém de Albergaria-a-Velha, o armazém de Alcobaça e o armazém de Palmela. Esta empresa possui, também, 2 pedreiras, uma localizada em Lameiras (Pêro Pinheiro) (figura 7.1), onde se localiza, também, a sede da empresa e a fábrica de processamento, e a outra em Morelena (Pêro Pinheiro). A empresa tem, ainda, uma parceria com outra que explora uma pedreira em Vila Viçosa, onde é extraído uma variedade de mármore, cuja designação comercial é Rosa Portugal, sendo a produção exclusiva para a empresa Alexandrino Pais Leitão.



Figura 7.1. Localização geográfica da empresa Alexandrino Pais Leitão Lda.

A empresa foi fundada em 1964 e começou apenas por ser uma empresa de transformação de rochas ornamentais. Esta era constituída apenas pela unidade de processamento, e os blocos de rochas eram provenientes da região do “triângulo do mármore” (Borba, Vila Viçosa e Estremoz). Só em 1992 foi adquirida a pedreira de Lameiras e, consequentemente, houve um incremento na comercialização de lioz.

A pedreira de Lameiras encontra-se junto à fábrica e possui dos mais belos e nobres materiais portugueses, o lioz, que podem ser vistos em toda a Lisboa antiga, nomeadamente nos seus monumentos (catálogo Alexandrino Pais Leitão).

Os materiais comercializados pela empresa são inúmeros, uma vez que para além dos materiais extraídos nas pedreiras, a empresa também comercializa uma grande variedade de granitos portugueses e importados, mármore do anticlinal de Estremoz e calcários do Maciço Calcário Estremenho.

Contudo, para o desenvolvimento deste trabalho, as rochas ornamentais que serão especificadas, dizem respeito às designações comerciais dos tipos de rocha que são extraídas nas pedreiras da empresa. As rochas ornamentais carbonatadas são o Lioz, o Chainnete, o Chainnete Contra, o Saint Florian Claro, o Saint Florian Rose, o Encarnado Morelena, o Laranja Morelena e o Amarelo Morelena. Os seis primeiros são extraídos na pedreira de Lameiras, enquanto os três últimos são extraídos na pedreira de Morelena.

A empresa comercializa também, ainda que não possua extração própria, outro tipos de rochas, nomeadamente, do grupo dos mármore e calcários, como por exemplo, o Rosa Portugal, o Rosa Aurora, o Alpenina, o Rosal, o Moleanos, o Mocacreme, o Creme Marfil e o Verde Guatemala.

Relativamente aos granitos portugueses comercializados pela empresa a diversidade é grande, a que correspondem, o Rosa Monção, o Amarelo Real, o Pedras Salgadas, o Cinzento Pinhel, o Preto Favaco, o Cinzento Évora, o Rosa Monforte Forte e o Rosa Santa Eulália. Os granitos importados e comercializados também pela empresa são o Negro Impala, o Negro Zimbabwe, o Rosa Porrinho, o Negro Angola Labrador, o Giallo Ouro Venesiano, o Golden Leaf, o Blue Pearl e o Verde Ubatuba.

7.1.2. Enquadramento na geologia regional

7.1.2.1. História Geológica da região de Pêro Pinheiro

As formações litológicas neste contexto específico relacionam-se com fatores associados à história geológica da região. As descrições da mesma foram baseadas na notícia explicativa da folha 34-A (Sintra) da Carta Geológica de Portugal à escala de 1/50000.

A história geológica da região começou há cerca de 160 milhões de anos, com a deposição de sedimentos em meio marinho relativamente profundo – plataforma carbonatada. De acordo com Silva (2007) há cerca de 120 milhões de anos a área ocupada hoje por Lisboa e arredores estava então submersa e foi nesse ambiente marinho que se deu a formação das rochas calcárias que afloram na região referida, assim como nos concelhos de Cascais e Sintra. A precipitação do carbonato de cálcio sob a forma de microcristais de calcite no fundo marinho é contemporânea de um grupo de seres vivos que habitavam naquele ambiente, o que teve como consequência a deposição de exemplares destes animais marinhos, cujas partes duras do corpo ficaram preservadas sob a forma de fósseis na rocha em formação.

Pela análise da Carta Geológica feita, ter-se-á apenas em consideração a geologia do Cenomaniano superior, data referente à formação dos calcários microcristalinos da região de Pêro Pinheiro.

A assentada com *Neolobites vibrayeanus*, base do Cenomaniano superior, compreende 4 níveis. De baixo para cima pode-se distinguir na região de Pêro Pinheiro:

1. Calcário “packstone”, muito compacto e duro, com *Numoloculina regularis* muito abundante, *Pseudorhapydionina dubia* (De Castro, in Ramalho et al., 1993) *Biconcava centori* Hamaqui-Saint Marc, *Biplanata peneropliformis* Hamaqui-Saint Marc, *Dicylina schumbergeri* e, em alguns locais, *Praealveolina simplex*, *Pseudorhipidionina casertana* (De Castro, in Ramalho et al., 1993) (0,30 m a 1m).
2. Calcário “wackestone-packstone” relativamente compacto, ainda que nodular e bioturbado, com *Praealveolina cretacea tenuis* extremamente abundantes, *P. cretacea*, *P. simplex*, *Pseudorhipidionina casertana*, *Ovalveolina ovum*, (0,50m a 1,50m).
3. Calcário “wackestone” nodular por vezes fortemente bioturbado, com *Praealveolina cretacea tenuis* pouco frequentes, *P. cretacea*, *P. simplex*, *Ovalveolina ovum* e *Neolobites vibrayeanus* (D’Orb. in Ramalho et al., 1993) (1,5 a 2m).
4. Calcário “wackestone”, com *Cisalveolina fraasi* (Gumbel in Ramalho et al., 1993), *Praealveolina cretacea* e *P. simplex* raras e foraminíferos planctónicos anões e indetermináveis (1 a 3m).

A parte superior do Cenomaniano superior representada por um conjunto recifal com rudistas.

Continuando análise da Carta Geológica supracitada e no que respeita à paleogeografia do Cenomaniano pode afirmar-se que a transgressão verificada neste andar do tempo geológico desenvolve-se no conjunto da bacia ocidental portuguesa segundo um eixo principal SW-NE. O Cenomaniano constitui uma megassequência transgressiva, estando o carácter marinho progressivamente cada vez melhor marcado do Cenomaniano inferior ao Cenomaniano superior.

Chegando a transgressão pelo sudoeste, é na costa que se terá o Cenomaniano inferior mais espesso, mais marinho e mais completo. Dirigindo-se para leste (e mais progressivamente para nordeste) a sua espessura diminuirá progressivamente. O Cenomaniano médio apresenta a mesma evolução e o seu banco de base é constituído com *Praealveolina iberica* (Berthou 1973, 1984 in Ramalho et al., 1993).

No entanto, a entidade geológica dominante nesta região é o Maciço Eruptivo de Sintra, que se instalou, em grande parte em profundidade, encaixando-se entre as formações já existentes, que viram a sua posição e mesmo a sua estrutura alteradas, pela interposição das rochas ígneas. Segundo Teixeira (1962) o Maciço Eruptivo de Sintra, intrusivo em calcários margosos e calcários do Jurássico Superior e Cretácico, constitui, sem dúvida, “o acidente geológico e geomorfológico de maior importância na península de Lisboa”.

Pelo enquadramento geológico, estima-se que esta intrusão tenha ocorrido no Mesozóico, cujas datações isotópicas revelam idades compreendidas entre os 95,3 e os 82 milhões de anos. A sua estrutura é relativamente complexa e, geralmente, pode ser descrita como um núcleo de natureza sienítica envolvido por um largo anel granítico e por anel gabro-diorítico descontínuo que, na região sul, se dispõe entre os sienitos e os granitos e na parte norte surge perifericamente em relação ao anel granítico (Ramalho et al., 1993).

No decorrer das Eras Mesozóica e Cenozóica, para além dos aspetos geológicos supra-referenciados, o magmatismo da região de Lisboa foi um dos episódios importantes da atividade ígnea meso-cenozóica que acompanhou a abertura do Atlântico Norte. De entre essa atividade destaca-se o Complexo Vulcânico de Lisboa que ocupa uma extensão de cerca de 200 Km² entre Lisboa, Sintra, Mafra e Runa. Instalado entre o Cretácico superior e o Eocénico

inferior, há cerca de 72 M.a., compreende diversos tipos de estruturas (chaminés, escoadas, soleiras, diques, etc.) e de rochas (basaltos, piroclastos, brechas, traquitos, etc.) (Ramalho *et al.*, 1993).

7.1.2.2. Lioz – Características Gerais

7.1.2.2.1. Classificação da Rocha

O lioz é uma rocha ornamental, uma vez que a sua aplicação se destina, quase exclusivamente a cantarias, fachadas, revestimentos, entre outros. É na área abrangida pela Carta Geológica de Sintra que se situam, na região de Pêro Pinheiro, os afloramentos de rocha carbonatada de idade cretácica (Cenomaniano superior) onde foram exploradas a partir da Antiguidade (Ramalho *et al.*, 1993).

O lioz é um calcário do Turoniano Médio, principalmente extraído na região de Pêro Pinheiro, onde se registam importantes ocorrências do mesmo e do qual resultam várias pedreiras em laboração (Miller *et al.*, 2010).

Trata-se de uma rocha carbonatada cristalina de grão médio, com uma textura heterogénea, principalmente condicionada pela presença de fósseis de rudistas e pela ocorrência de veios com diferentes cores. Nalgumas zonas estão presentes bioclastos fortemente recristalizados. Esta rocha não pode ser classificada como um mármore, uma vez que não sofreu qualquer processo metamórfico regional. Apresenta proeminente desenvolvimento de cristais de calcite (esparite) o que sugere intensa recristalização durante o processo diagenético. Em termos de conhecimentos mecânicos e químicos, esta rocha é considerada uma rocha carbonatada de metamorfismo de baixa temperatura (Miller *et al.*, 2010). Pode-se afirmar que não existe um consenso relativamente à classificação do Lioz. Como é possível constatar existem autores, como o referido acima, que mencionam a existência de metamorfismo de baixa temperatura, enquanto outros consideram o Lioz uma rocha carbonatada, logo pressupõe-se a sua origem sedimentar. Para além disso a existência de fósseis de rudistas indica exclusivamente processos sedimentares. Para o desenvolvimento do presente trabalho, considera-se esta rocha, o Lioz, como um calcário microcristalino.

A presença de rudistas nesta rocha é justificada por fenómenos contemporâneos de precipitação de cristais de calcite em meio marinho, e pela deposição de organismos marinhos, cujas partes duras do corpo ficaram preservadas sob a forma de fósseis na rocha então em formação (Silva, 2007).

Os calcários de Pêro Pinheiro devem a sua recristalização, a uma marcada tectonização e provavelmente à instalação do Maciço Subvulcânico de Sintra (Ramalho *et al.*, 1993).

De acordo com Silva (2007) o lioz é uma rocha contendo fósseis de rudistas, suscetível de ser talhada e de receber polimento, tendo um vasto uso como pedra de cantaria e de revestimento e ainda uma função decorativa. Em geral apresenta cor branca, mas exhibe colorações variadas, de rosa-claro a rosa-escuro, vermelho-rosa, cinza, dourado, atingindo o amarelo queimado. O lioz apresenta variações de textura, de coloração, de conteúdo fóssilífero como reflexo das condições locais em que se deu a formação e a consolidação de cada uma delas. Das diferentes condições geológicas inerentes a cada tipo de ambiente de formação resultam também diferenciação nalgumas propriedades físico-mecânicas, embora tenham em comum a origem sedimentar marinha, a composição carbonatada e a composição mineralógica.

7.1.2.2.2. Principais características e a sua importância económica

Os calcários microcristalinos do Turoniano médio da região de Pêro Pinheiro com importância ornamental são explorados em dois grupos de afloramentos, consoante o valor económico da rocha: principal e secundário. A exploração de Lameiras, referente à empresa Alexandrino Pais Leitão Lda., pertence ao primeiro grupo (Martins, 1991).

Como foi especificado anteriormente, existem diferentes tipos comerciais deste calcário microcristalino, que são extraídos da pedra de Lameiras. As diferenças resultam da conjugação de vários fatores e daí o facto de existirem as conhecidas designações comerciais para os calcários microcristalinos. De acordo com Martins (1991) o aproveitamento económico mencionado, é determinado por cinco fatores de primordial importância:

- a) a qualidade e o tipo de calcário;
- b) a fracturação, mais ou menos intensa;
- c) a espessura da rocha útil;
- d) a espessura da rocha estéril superior;
- e) o nível hidrostático.

Segundo Martins (1991), na região de Lameiras, o aproveitamento em relação ao volume de rocha útil desmontada varia de 10% a 70% no Lioz (considerando-se que os valores normais são 30% a 40%), de 20% a 70% no Vidraço (normal varia entre 30% a 40%), de 20% a 70% no Encarnadão (normal varia entre 40% a 60%) e de 30% a 80% no Abancado (sendo que os valores normais situam-se entre os 60% a 70%). As explorações deste tipo de calcários, na região em estudo, podem ter grande aproveitamento de rocha útil, quando comparadas com valores de referência. Contudo, as características do afloramento, o seu enquadramento regional, o tipo de exploração, entre outros, podem alterar os parâmetros de aproveitamento económico.

No que se refere à qualidade, o autor (Martins, 1991), define os principais fatores de qualidade da rocha como sendo a pureza, a cor, a finura do grão, a uniformidade da textura, os fósseis, os estilólitos de carga, os minerais de dissolução, os poros, a facilidade de tomar e conservar o polimento e a durabilidade. Estes fatores vão interferir no interesse comercial da rocha, nomeadamente a existência de manchas de várias tonalidades, ou a presença de fósseis de rudistas ou a existências de estilólitos de carga.

Para Martins (1991), a frequência de estilólitos de carga é rara no Lioz e no Vidraço, onde são muito fechados, lembrando a sutura dos ossos do crânio. A sua proximidade aumenta no Encarnadão, sendo particularmente abundantes no Abancado. A frequência e a dimensão destes estilólitos aumenta para as bancadas mais profundas. Este facto é muito evidente na observação da corta da pedra. A existência de estilólitos vai condicionar a serragem e o polimento da rocha.

A fracturação é um parâmetro muito importante em maciços rochosos e, mais concretamente, em maciços de exploração de rocha ornamental, porque a existência de fraturas e/ou pequenas diáclases condiciona de forma determinante a dimensão dos blocos explorados e, consequentemente o aproveitamento económico da exploração. No caso dos calcários de Pêro Pinheiro, de acordo com Martins (1991), pode afirmar-se que não existe na região calcário que não esteja afetado por uma extensa rede de fraturas, de malha por vezes apertada.

Como foi indicado, um outro parâmetro importante para determinar o aproveitamento económico de uma extração é a espessura de rocha útil e da rocha estéril superior. No caso da exploração da Pedreira Alexandrino Pais verifica-se que existem dimensões consideráveis de

espessura de bloco (tabela 7.1). Segundo Martins (1991) a maior regularidade de espessuras verifica-se na região de Lameiras.

Tabela 7.1. Limites de variação da espessura da rocha estéril superior, da rocha útil e do aproveitamento, por zonas e por variedades (Martins, 1991).

| Zona | Rocha estéril superior Espessura (m) | Rocha útil Espessura (m) | Variedades | Limites de Espessura (m) | Limites de aproveitamento (%) |
|----------|---|-----------------------------|------------|--------------------------|-------------------------------|
| Lameiras | 19,0 – 40,74 | 6,75 – 7,40 | Lioz | 1,77 a 1,90 | 30 a 45 |
| | | | Encarnadão | 1,82 a 2,02 | 40 a 55 |
| | | | Abancado | 3,03 a 3,53 | 60 a 75 |

O último parâmetro refere-se ao nível hidrostático, que segundo Martins (1991) é função, entre outras, das variáveis; pluviosidade, a natureza e a topografia do terreno, os filões de rochas básicas e os cursos de água.

Sendo o lioz uma rocha carbonatada a sua permeabilidade é considerável, o que permite que exista a alteração sazonal do nível freático. Nas estações de maior intensidade pluviométrica, o nível hidrostático poderá atingir a superfície do solo, o que impossibilitará a exploração, caso a mesma não seja extraída. Geralmente, as explorações de lioz e/ou outras rochas, estão munidas de sistemas de drenagem de águas, que minimizam os impactos comerciais causados pela alteração do nível hidrostático.

De forma geral, as características gerais são destacadas na tabela 7.2, e de acordo com Martins (1991), o *Lioz típico tem cor clara, creme, ceroso, por vezes levemente amarelado ou rosado, com abundantes e belos fósseis de rudistas, com raros estilólitos, cerrados, pouco quebradiço, próprio para ser trabalhado e polido. O Vidraço é creme rosado, raramente fossilífero, de granularidade fina, mais compacto e duro, com brilho relativamente menos intenso, de lascado esquiroloso e fratura conchóide, com estilólitos cerrados, bem espaçados, especialmente em consequência da sua maior dureza e do menor brilho, vê decair a sua colocação no mercado. O Encarnadão, essencialmente um Lioz arroxado ou rosado, com maior número de estilólitos (geralmente cerrados), de coloração violeta, raramente amarelada, gozou relativa aceitação no mercado externo, particularmente sob o tipo “Chainette”. O Abancado, variante do tipo anterior, mais encarniçado, com grande abundância de estilólitos, geralmente semi-abertos, com enchimento de natureza terrosa, raramente afetada pela fracturação, fornecendo blocos de grande comprimento, coloca-se em último posto na hierarquia de valores. Foi muito apreciado o tipo “Saint Florian”.*

Tabela 7.2. Caracterização das variações comerciais de calcários microcristalinos da região de Pêro Pinheiro (adaptado de <http://rop.ineti.pt/rop/>).

| | Lioz | Encarnadão “Chainette” | “Saint Florian” |
|--|-------------------------|---------------------------|------------------------|
| <u>Resistência Mecânica à compressão (RMC)</u> | 1050 kg/cm ² | 1300 kg/cm ² | 900 kg/cm ² |
| <u>Resistência Mecânica à Flexão (RMF)</u> | 147 kg/cm ² | 156 kg/cm ² | 128 kg/cm ² |

| | | | |
|---|---|--|---|
| <u>Massa Volúmica Aparente</u> | 2700 kg/cm ³ | 2710 kg/cm ³ | 2700 kg/cm ³ |
| <u>Absorção de água à PatmN.</u> | 0,1% | 0,1% | 0,2% |
| <u>Porosidade Aberta</u> | 0,3% | 0,2% | 0,4% |
| <u>Coefficiente de Dilatação Linear Térmica</u> | 3,3x10 ⁻⁶ per °C | 4,4x10 ⁻⁶ per °C | 3,6x10 ⁻⁶ per °C |
| <u>Resistência ao desgaste</u> | 2,2 mm | 1,8 mm | 2,3 mm |
| <u>Resistência ao choque (altura máxima de queda)</u> | 45 m | 40 cm | 45 cm |
| Microscopia | | | |
| <u>Minerais essenciais</u> | Calcite (100%) | Calcite (≈ 100%) | Calcite (100%) |
| <u>Minerais acessórios</u> | ----- | Dolomite (≈ 1%) | ----- |
| <u>Descrição microscópica</u> | Calcário bioclástico a bioconstruído muito espatizado (Bioesparite – microsparite). | Calcário bioclástico a bioconstruído muito espatizado (Bioesparite). | Calcário bioclástico a bioconstruído espatizado (Bioesparite). |
| Macroscopia | | | |
| <u>Descrição microscópica</u> | Calcário microcristalino bege, grosseiro, bioclástico e calciclástico com estilólitos raros e cerrados. | Calcário microcristalino de tonalidade arroxeada com manchas amareladas, bioclástico a bioconstruído, abundantemente fossilífero com muitos estilólitos, em geral cerrados a muito espatizado. | Calcário microcristalino bege e rosado, bioclástico e calciclástico, com elementos grosseiros e alguns estilólitos, espatizado. |

Os calcários microcristalinos da região de Pêro Pinheiro têm particularidades quanto às suas características que os classificam como uma rocha ornamental (tabela 7.2). O seu aspeto, a particularidade da sua estética, a existência de variações deste tipo de rocha e as características físico-mecânicas fazem dele um material altamente valorizado, com grande procura a nível do mercado interno e externo. Os estilólitos diminuem o valor comercial do bloco, porque alteram as suas características físico-mecânicas. Esta rocha ornamental tem várias aplicações, que serão pormenorizadamente descritas adiante no presente capítulo, como por exemplo em inúmeros edifícios e monumentos da região de Lisboa e um pouco por todo o mundo lusófono.

7.1.3. Processos de extração

Na empresa Alexandrino Pais Leitão Lda. a extração de calcários é feita com recurso a equipamentos modernos, garantindo a exploração equilibrada em quantidade e qualidade. Na pedreira (fig. 7.2) trabalham permanentemente 2 operários, que têm em si a responsabilidade da extração dos blocos e o seu armazenamento no respetivo parque de blocos.



Figura 7.2. Vista geral da pedreira, e da unidade de processamento da empresa Alexandrino Pais Leitão Lda.

A exploração faz-se em flanco de encosta do topo para a base, sendo os diferentes tipos de calcários microcristalinos perfeitamente distintos e identificáveis nos vários níveis ao longo do talude (fig. 7.3).



Figura 7.3. Sequência dos diferentes tipos de calcários microcristalinos na pedreira.

A camada superior é constituída por estéril, que é extraído podendo ou não ser aproveitado para outras indústrias, nomeadamente para brita, cal, fabrico de mosaicos, gesso, indústria farmacêutica e rações para animais. As camadas de rocha ornamental, que se encontram imediatamente abaixo, apresentam a seguinte sequência estratigráfica, caracterizada na figura 7.4. Em média, a altura total das bancadas de rocha ornamental explorada é de 6,75 – 7 m.

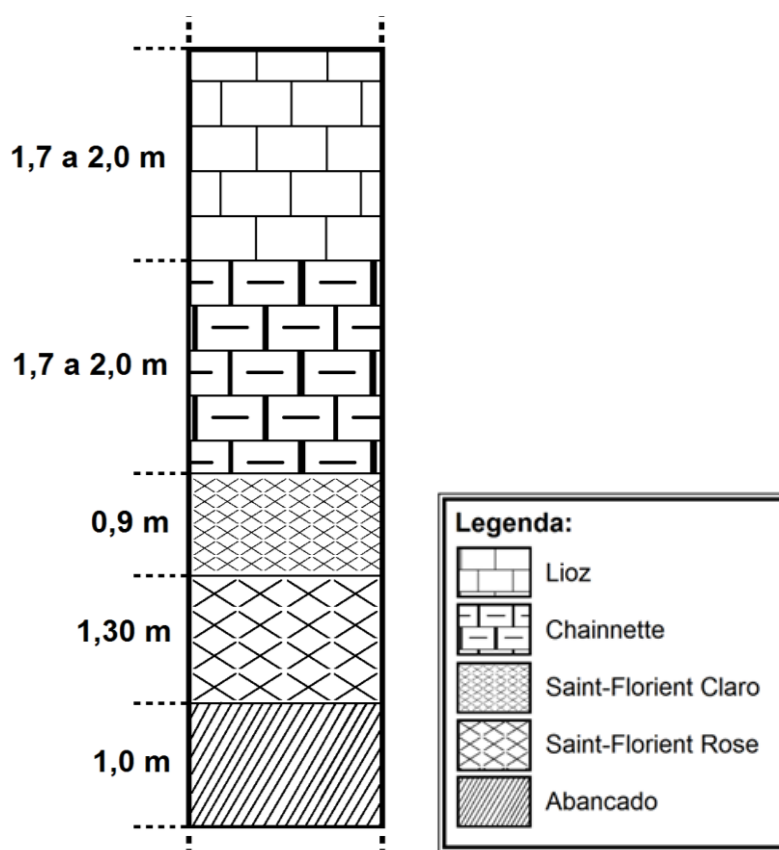


Figura 7.4. Sequência estratigráfica da pedreira (adaptado de Martins, 1991).

Na pedreira identificam-se duas fases de exploração que alternam sazonalmente. Existe uma fase em que a pedreira está em exploração, havendo desmonte contínuo de blocos (fig. 7.5), e uma outra fase em que não existe o desmonte de blocos, sendo nesta fase que se processa à bombagem da água em excesso, ao enchimento das frentes exploradas e, ainda, a trabalhos que permitem a exploração de novas frentes (fig. 7.6).



Figura 7.5. Fase de exploração com desmonte das bancadas.



Figura 7.6. Fase de exploração sem desmonte.

Durante as várias visitas realizadas à pedreira foi possível observar/identificar estas duas fases, pelo que se deve referir também, que deste facto resulta uma alteração, em certos períodos de tempo, da própria morfologia da pedreira.

Considerando esta sazonalidade descrita, é importante referir que o desmonte de blocos ocorre numa fase ativa de laboração da pedreira. Deste modo, são consideradas as etapas necessárias para o desmonte de blocos na pedreira. Para além de uma etapa inicial de preparação do terreno, que consiste na decapagem, no acerto da superfície e na abertura de caixas e canais, a etapa que está atualmente em consecução é a do desmonte de blocos. Neste sentido, considera-se relevante apenas referir o processo de desmonte porque foi aquele efetivamente observado nas visitas à pedreira.

O desmonte desta rocha é feito com recurso à perfuração (através de furos verticais e horizontais) cujo o objetivo é o de permitir a passagem de fio diamantado para que se processe o corte, levando à individualização das talhadas. De uma forma sequencial o desmonte acontece pela seguinte ordem:

- 1) Furação horizontal e vertical (fig. 7.7). Estes furos têm como objetivo definir, em termos materiais, a área do bloco primário e a largura das fatias;



Figuras 7.7 a) 7.7 b). Tubos de extensão e barrenas de perfuração.

São realizados furos guia, perpendiculares, com uma broca onde posteriormente é introduzido o fio que por abrasão corta o plano que intersecta as duas linhas obtidas na furacão. Este método permite obter blocos com as dimensões padrão para a indústria transformadora, nomeadamente para a fabricação das chapas.

- 2) Introdução do fio diamantado (fig.7.8) nos furos previamente feitos, com vista à realização do corte de levante. A introdução do fio é feita com recurso a jacto de ar comprimido e um sarilho e cabo de aço;



Figura 7.8. Rolos de fio diamantado.

- 3) Realização dos cortes laterais com fio diamantado, para a individualização do bloco primário;
- 4) Corte em fatias do bloco primário;
- 5) Derrube do bloco individualizado, que é feito com recurso a uma retroescavadora, sendo o bloco derrubado para uma cama (geralmente feita com terra, fragmentos de rocha e pneus velhos) com o objetivo de minimizar os factos resultantes do impacto da queda do bloco e/ou ajudar na operação de esquartejamento, facilitando a passagem do fio diamantado;
- 6) Esquadrejamento (fig. 7.9).



Figura 7.9. Esquadrejamento do bloco derrubado.

Uma vez atingida a dimensão do bloco que é possível manobrar, acontece o transporte, que é feito pela escavadora (fig. 7.10). O transporte consiste em transferir os blocos cortados na pedreira para o seu local de armazenamento – parque de blocos (fig. 7.11). Estes podem ser diretamente comercializados ou podem ser transformados na unidade de processamento. O parque de blocos constitui o *stock* da empresa e o processamento das rochas ocorre de acordo com as necessidades/encomendas da mesma. O parque de blocos para além de possuir as rochas extraídas, tem toda a diversidade de rochas compradas e que são comercializadas pela empresa.



Figura 7.10. Escavadora utilizada para o transporte de blocos e remoção de estéril.



Figuras 7.11. a) e b) Parque de blocos.

Os níveis superiores da pedreira apresentam-se bastante fraturados e a presença de veios argilosos é uma constante. Em conjunto estas duas condicionantes inviabilizam a utilização da rocha para fins nobres, resume-se assim a produção de britas, entre outras. O estéril, que é a unidade estratigráfica mais à superfície tem de ser removido para que os trabalhos de extração decorram. Como já foi referido o estéril poderá ter diversas aplicações, contudo a que parece ser mais interessante de especificar no presente trabalho, é o seu aproveitamento para enchimento das zonas exploradas da pedreira. A remoção do estéril é feita de forma semelhante aos blocos de rocha ornamental, com recurso à furação e ao corte por fio helicoidal diamantado. Contudo, uma vez derrubados, os blocos são totalmente fragmentados por ação de uma retroescavadora com martelo pneumático e são removidos para serem utilizados como enchimento (fig. 7.12 e 7.13).



Figura 7.12. Equipamento para a fragmentação de estéril.



Figura 7.13. Remoção de rocha estéril.

Relativamente às características dos blocos extraídos pode-se referir que cada bloco tem entre 20 a 30 toneladas e as suas dimensões variam entre os 1,70 a 2,0 metros. Deve-se ainda especificar que a densidade do lioz é de 2700 kg/m^3 .

7.1.4. Transformação

A unidade de processamento da Alexandrino Pais Leitão Lda. possui uma área total de 45000 m^2 dos quais 4500 são cobertos, aliando as mais recentes tecnologias às mais experimentadas formas de transformação de mármore e granitos (Leitão, sd).

As etapas de transformação são as seguintes; pré-corte, serragem, polimento, corte em série, corte semi-automático e acabamento. No presente trabalho será feita uma abordagem pormenorizada de cada uma das etapas de processamento das rochas. O processamento da rocha pode variar de acordo com o tipo de rocha que se pretende trabalhar, ou com a obra a executar. A empresa Alexandrino Pais Leitão Lda. tem equipamentos e recursos que permitem o processamento, em simultâneo de rochas carbonatadas e de rochas graníticas.

7.1.4.1. Pré-Corte e Corte

Inicialmente, os blocos são transportados até às unidades de processamento (fig. 7.14 e 7.15), que são muito próximas do parque de blocos (Anexo II planta da empresa), e caso seja necessário, procede-se a um pré-corte (fig. 7.16 a) e b)).



Figura 7.14. Transporte, por grua, do bloco para a serra de pré-corte.



Figura 7.15. Transporte do bloco para a serra de pré-corte.

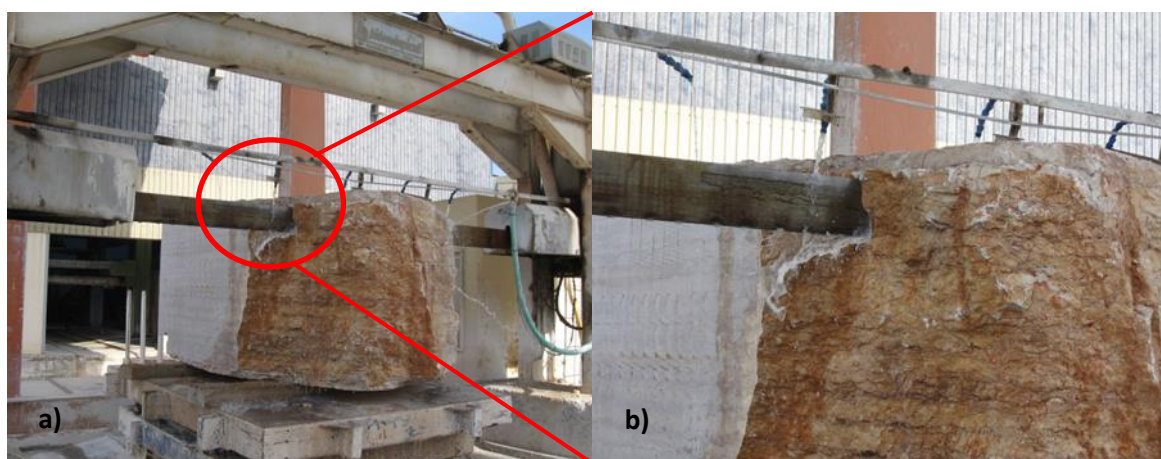


Figura 7.16. Pré-corte, vista geral a) e pormenor b).

O pré-corte tem a finalidade de atenuar e eliminar as pequenas irregularidades que possam existir no bloco de rocha (esquadrejado na pedreira), por forma a que este tenha as dimensões exatas para ser processado nos engenhos multilâminas de corte. O pré-corte é feito numa monolâmina com adição de água corrente (fig. 7.16 b)), para arrefecer as ferramentas, limpar removendo os resíduos do corte e lubrificar o mesmo para facilitar o movimento da lâmina, como já foi referido anteriormente.

Uma vez tornados uniformes, os blocos são transferidos para as serras multilâminas, que se encontram dispostas paralelamente numa grade (fig. 7.17), que efetua movimentos retilíneos de “vai e vem” promovendo o corte. Estas serras têm, nas suas extremidades “pastilhas diamantadas”, que permitem o corte da rocha (fig. 7.18 e fig. 7.19). Na unidade de corte da empresa, existem 3 engenhos de corte para rochas carbonatadas que estão permanentemente em funcionamento, e ainda existem mais quatro que são utilizados sempre que o volume do trabalho o justifique.



Figura 7.17. Engenho multilâminas para a serragem de blocos.



Figura 7.18. Pormenor das lâminas, com destaque para as “pastilhas diamantadas”.

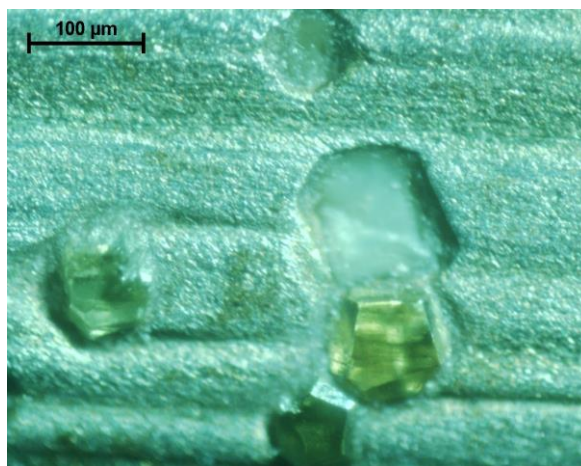


Figura 7.19. Observação à lupa binocular das “pastilhas diamantadas”.

O corte em engenhos de rochas carbonatadas é feito apenas com água, sendo mais rápido despendendo de uma quantidade menor de energia, do que o corte de rochas siliciosas. As rochas carbonatadas têm uma dureza menor, devido à sua composição mineralógica, logo a eficiência de corte é maior, assim como a preservação das lâminas propriamente ditas. Após a serragem, o bloco inicial é convertido em chapas, e estas depois serão transferidas para a unidade de acabamento. A serragem dos blocos é a operação mais “delicada” e a mais cara de todo o processo de transformação e processamento destas rochas.

No caso das rochas siliciosas que embora não extraídas no local, também são processadas e comercializadas pela empresa, o corte em placas é ligeiramente diferente, dadas as características, em termos de dureza da rocha. Após o corte primário para o ajuste do bloco (fig. 7.20), este é transferido para uma unidade de corte de rochas graníticas. Nesta unidade existem dois engenhos, que funcionam de forma semelhante aos das rochas carbonatadas. Contudo, neste caso, é fundamental o corte com recurso a água e granalha que funciona como um abrasivo (fig. 7.21 e fig. 7.22) sendo o corte muito mais lento e com maior dispêndio de energia. A duração das serras de corte é menor que as utilizadas para rochas carbonatadas. Em média, as lâminas para o corte de rochas graníticas só duram apenas 2 serragens. A zona de corte de rochas graníticas corresponde a uma das zonas com maior índice de poluição atmosférica e sonora da empresa devido às características da rocha e à utilização de granalha abrasiva.



Figura 7.20. Pré-corte de rochas siliciosas.



Figura 7.21. Engenhos de serragem de rochas siliciosas.



Figura 7.22. Granalha para abrasão em corte de rochas siliciosas.

No final do corte, o bloco inicial está convertido em chapas de dimensões e espessuras idênticas (fig. 7.23) que, posteriormente, serão transportadas para unidade de processamento das rochas.



Figura 7.23. Chapas de lioz após a serragem.

7.1.4.2. Polimento e outros Acabamentos

Na unidade de polimento, uma das fases iniciais que não ocorre obrigatoriamente para todos os tipos de rochas, é a resinação das chapas de rocha cortadas (fig. 7.27). A resinação depende da aplicação a que se destina, do número de fraturas e estilólitos e do tipo de corte que foi feito. De acordo com os termos utilizados na extração de rocha, o corte pode ser feito a favor, ou contra, sendo que a favor se refere ao corte paralelamente à estratificação, e o corte contra é feito perpendicularmente à estratificação. A resinação consiste na aplicação de uma resina e posteriormente a secagem da mesma num forno. A resinação é feita para diminuir a absorção de água devido à diminuição da porosidade da mesma. Como consequência desta diminuição pretende-se atingir um aumento na resistência da rocha, e um significativo aumento

da sua durabilidade. Em alguns casos procede-se à colagem de uma tela no tardo das chapas em bruto com uma resina (fig. 7.24 e fig. 7.25), cujo objetivo é reforçar os aspetos supracitados.



Figura 7.24. Resinagem de chapas de rocha.



Figura 7.25. Chapa de lioz após a aplicação de tela e resina.

A aderência da resina à rocha acontece por ação da temperatura (com maçarico de chama, ou no forno). Existem blocos que podem conter geodes com cristais de calcite (fig. 7.26), que após a serragem, implicam o aparecimento de vazios nas mesmas. Estes vazios são, geralmente, preenchidos com uma massa. Esta massa é composta por polímeros que penetram nos poros da rocha e endurecem, reforçando-a. Geralmente são utilizados polímeros específicos de poliuretano. Como foi anteriormente mencionado, a existência de estilólitos, de fendas e a própria fracturação vão condicionar aspetos como a dimensão do bloco, a serragem e o tipo de acabamento. Este parâmetros são muito importantes para a economia da empresa.



Figura 7.26. Geodes de calcite num bloco de lioz (campo de visão com aproximadamente 10 cm).

Na sequência do processamento, após o corte em chapas, estas vão ser submetidas à fase de polimento. Nesta etapa, as rochas vão ser polidas, desbastando-se as irregularidades, eliminando pequenas partículas que resultaram do corte, e eliminando pequenas imperfeições nas superfícies, obtendo-se, deste modo, chapas com superfícies planas e lisas, com um aspeto brilhante característico (fig. 7.27).



Figura 7.27. Máquina de polimento, com três cabeças de diferentes granulometrias.

O polimento confere à rocha uma superfície brilhante que realça a coloração dos materiais, bem como as suas características específicas (o grão, os veios, etc.).

Para além do polimento, existem equipamentos na empresa que permitem fazer outros acabamentos industriais, como é o caso do abujardado, o flamejado e o jacto de areia, entre outros (penteado, riscado, envelhecido, escacilhado, etc.). Estes acabamentos são feitos de acordo com as necessidades apresentadas pelo cliente. As cabeças giratórias onde são introduzidas as pastilhas para o polimento, são adaptáveis podendo ser substituídas por peças correspondentes ao acabamento que se pretende (fig. 7.28).



Figura 7.28. Cabeça giratória adaptável para o acabamento bujardado.

Os acabamentos industriais têm funções distintas, que já foram enumeradas e descritas. Estas funções são, sempre relacionadas com critérios como o tipo de aplicação que a que a rocha se destina, o local onde de aplicação e a durabilidade pretendida.

Dos processos de polimento e/ou outros acabamentos industriais resultam chapas de dimensões similares às chapas obtidas na serragem, mas com o acabamento final distinto (fig. 7.29), e que permitem a comercialização da mesma já com algum valor acrescentado.



Figura 7.29. Chapa de “Saint Florian”, embalada após o polimento.

Após o polimento das chapas pode, caso seja necessário, proceder-se a um corte em chapas de menores dimensões, que de acordo com o descrito no capítulo 4 se designa por corte em série. As chapas daí resultantes têm dimensões padronizadas e podem ser utilizadas em inúmeras aplicações.

É de salientar que os equipamentos utilizados nas etapas de pré-corte, corte e processamento consomem grandes quantidades de energia. Este é um dos fatores preponderantes na exploração de rochas ornamentais. O consumo de energia elétrica e de combustíveis é extremamente elevado, refletindo-se numa grande percentagem dos gastos da empresa. O sector das rochas empresariais é uma área de mercado caro e nobre não só pelas

caraterísticas da rocha explorada mas também, porque todas as etapas de exploração e transformação da rocha apresentam elevados gastos.

7.1.5. Tratamento de resíduos resultantes da extração e processamento

É de referir que a água utilizada no processo de serragem e corte em série circula em circuito fechado, ou seja, a água é utilizada ciclicamente como sistema de arrefecimento no corte, sendo bombeada e voltando a ser utilizada novamente nas máquinas de corte, havendo um total aproveitamento da mesma. A água utilizada no corte vai transportar consigo as lamas (resíduos de corte) que inicialmente vão para um tanque no pavilhão, sendo depois canalizadas para uma bacia de decantação. As lamas ficam aí depositadas e a água, através de um circuito, volta a ser utilizada nas máquinas de corte. Estas lamas são depois utilizadas como enchimento de zonas já exploradas da pedreira (fig. 7.30), ou compradas por outras empresas, como exemplo para o fabrico de fertilizantes de solos.



Figura 7.30. Deposição de lamas para aterro na pedreira da empresa Alexandrino Pais Leitão Lda.

7.1.6. Aplicação

“O «lioz» é em grande parte extrahido das immediações do valle d’Alcantara e de Belem: mas no fim do periodo no tempo de D.João V, é tal a intensidade da construção, são tão grandiosas as obras, que é necessario ir buscar cantaria mais longe, e recorrem principalmente ás pedreiras de «lioz», situadas junto a Loures e a Pero Pinheiro.” (Pereira de Souza, 1904).

O lioz é utilizado para fins ornamentais como são as fachadas de edifícios, construções acessórias aos edifícios (bancos e mesas de jardim, por exemplo), aplicações em interiores de casas (bancadas, peças sanitárias, pavimentos, etc.), revestimentos interiores, pavimentos exteriores, igrejas, pontes, chafariz, etc.

De forma mais abrangente, as rochas ornamentais processadas na fábrica são aplicadas, principalmente, na construção civil, em fachadas de edifícios (por exemplo), na arte funerária, em objetos, de design e em peças especiais (escultura, por exemplo). As características deste tipo de rochas, que foram abordadas no início do capítulo são os fatores mais importantes para a determinação da sua aplicação. Os calcários cristalinos são densos, têm baixas porosidades, dando origem a fortes e duráveis aplicações em construção (Smith, 1999).

Para além disso, existe uma série de monumentos históricos que são construídos por rochas da região de Pêro Pinheiro, como é o caso do Convento de Mafra, que devido à proximidade com a região foi mandado construir por D. João V, utilizando estas rochas.

Em Lisboa, é notória a aplicação desta rocha em vários edifícios da cidade. Existem fachadas com pequenos “apontamentos” desta rocha, enquanto outras são totalmente construídas pela mesma, como é o caso do Centro da Fundação Champalimaud em Algés. O Mosteiro dos Jerónimos, Torre de Belém, a escadaria do Terreiro do Paço, a Estação do Rossio, o Centro Cultural de Belém e o Pavilhão do Conhecimento são exemplos que dignificam a aplicação desta rocha, na sua construção. *O lioz é lisboeta porque, não ocorrendo apenas no espaço de Lisboa, é aí que tem o seu emprego na mais ampla dimensão, estendendo-se pelos períodos mais diversos da construção da cidade* (Silva, 2007).

7.1.7. Responsabilidade social das pedreiras

De uma forma geral pode-se entender como responsabilidade social de uma empresa o conjunto de medidas e princípios vigentes, adotados pela mesma, e que permitem contribuir para a melhoria da sociedade. Assim, a responsabilidade social de uma determinada empresa tem como preocupações fundamentais a gestão da exploração de um determinado recurso, a aplicação de políticas ambientais adequadas, a gestão das condições de trabalho, e a gestão do impacto ambiental e social. No caso de uma empresa do ramo da indústria extrativa, como é o caso da componente prática deste trabalho, a responsabilidade social passa por todos os domínios acima referidos, e especificamente ao nível da sociedade envolvente, uma vez que procura a integração da comunidade no quotidiano da empresa, nomeadamente com a criação de postos de trabalho diretos e indiretos. Ao nível da Responsabilidade Ambiental o cumprimento do Plano Ambiental de Recuperação Paisagística, previsto na legislação em vigor, visa a minimização dos impactes ambientais que resultam deste tipo de indústria, nomeadamente o controlo de níveis de ruído, o controlo da emissão de poeiras e do tratamento das lamas resultantes das atividades de extração e processamento da rocha. É também da responsabilidade ambiental a recuperação de áreas já exploradas, com a replantação de áreas verdes, o cumprimento das normas e medidas de segurança propostas pela Lei e a aplicação de políticas sustentáveis de exploração do recurso geológico.

De uma forma geral, a empresa está em consonância com a sociedade envolvente, permitindo, de alguma forma, o aumento da riqueza local, a melhoria das condições de vida da população, e preocupação com as práticas sustentáveis e políticas ambientais adequadas. No que se refere o presente trabalho, a abertura desta indústria à sociedade envolvente, permite a visita de instituições de ensino e/ou outras, favorece a relação entre a sociedade e a indústria desmistificando ideias prejudiciais pré-concebidas ancestrais sobre esta indústria. Por outro lado, a abertura da indústria à sociedade envolvente permite ter o conhecimento exato sobre a importância de um determinado recurso, a forma como é explorado, como é transformado e qual a sua aplicação concreta na sociedade.

7.2. Aplicação e discussão do guião da visita de estudo

A aplicação da visita de estudo aconteceu no dia 29 de Novembro de 2013. A atividade centrou-se numa saída de campo, previamente organizada, para alunos do Mestrado em Engenharia Geológica (Georrecursos), da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, no âmbito da disciplina de Processamento e Valorização de Recursos Minerais, que faz parte da componente curricular do referido mestrado.

O percurso efetuado pelos alunos foi planificado de acordo com os conteúdos que são desenvolvidos pela disciplina e, portanto, nesse sentido elaborou-se um guião de saída de campo, com as principais orientações para a mesma (Anexo III).

Os principais objetivos a desenvolver na saída foram os seguintes:

- Conhecer os processos de extração de uma rocha ornamental carbonatada.
- Compreender todas etapas desde a extração até à transformação de rochas ornamentais.
- Conhecer pormenorizadamente as fases de transformação da rocha ornamental.

Considerando que a disciplina na qual se inseriu esta saída de campo, aborda conteúdos maioritariamente relacionados com o processamento da rocha ornamental, o terceiro objetivo foi aquele ao qual se deu mais ênfase e maior desenvolvimento.

O percurso efetuado (fig. 7.31) iniciou-se na zona de exploração, com observação geral da pedreira. A segunda paragem foi na pedreira propriamente dita, onde se especificaram as técnicas de exploração do lioz. A terceira paragem correspondeu ao parque de blocos, de onde se puderam visualizar os vários tipos de rochas exploradas e/ou processadas pela empresa. A quarta paragem, corresponde a uma zona, de maior interesse para os conteúdos da disciplina, tratando-se de uma primeira zona de transformação das rochas carbonatadas. Esta paragem corresponde ao pavilhão dos engenhos multilâminas e todos os aspetos relativamente ao seu funcionamento, puderam ser visualizados e explicados. A quinta paragem corresponde a um pavilhão de engenhos multilâminas para o corte de rochas siliciosas, onde foi feita a referência às diferenças que existem em relação ao corte de rochas carbonatadas. A sexta paragem corresponde à zona do polimento e outros acabamentos, onde se puderam observar pormenorizadamente as etapas de processamento, o equipamento utilizado para os diferentes tipos de acabamento. Foram discutidas as aplicações de cada material e respetivo acabamento, visualizaram-se chapas de rochas a ser transformadas, analisou-se e observou-se a aplicação de outros materiais, como resina, em rochas ornamentais e, por último, o embalamento do produto acabado.

A última paragem é referente à zona de deposição das lamas e resíduos resultantes do corte e transformação.

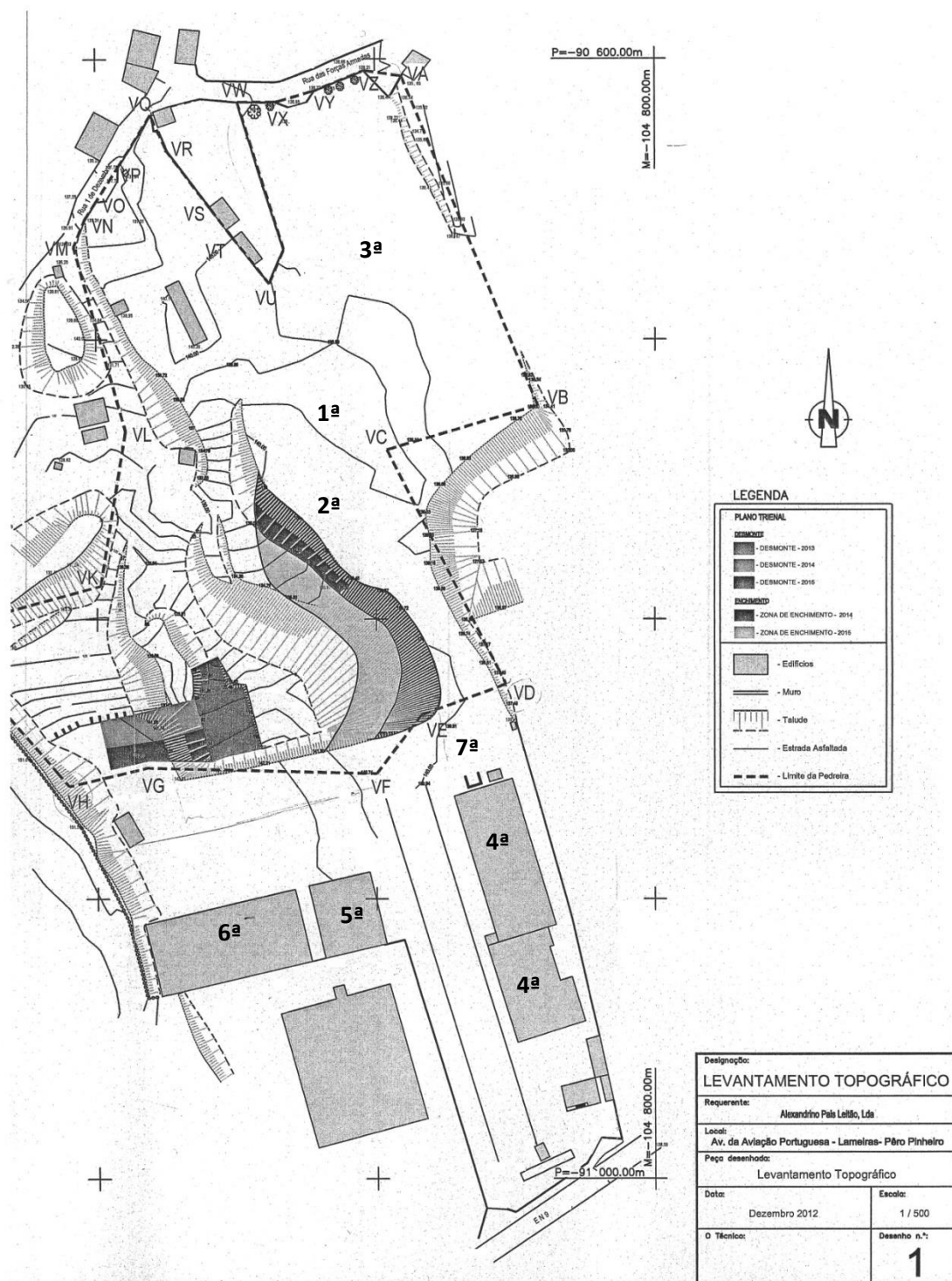


Fig.7.31. Planta da empresa com indicação percurso realizado na saída de campo e as respetivas paragens.

Deve ser referido que a visita foi previamente preparada pelo responsável da unidade curricular, pelo responsável da empresa e pela autora da presente dissertação. Os conteúdos abordados aos quais se pretendeu dar mais ênfase relacionam-se com a transformação da rocha ornamental e a sua aplicação, pois estão inseridos na disciplina de Processamento e Valorização de Rochas Ornamentais. Contudo, achou-se pertinente que os alunos visualizassem todos os aspetos técnicos e de engenharia relacionados com as etapas de extração e transformação da rocha, sendo que se destacou a zona de processamento, os tipos de acabamento, os equipamentos utilizados, entre outros.

8. CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento deste trabalho pretenderam-se estudar temáticas que englobam conteúdos do domínio técnico e científico relacionadas com a exploração de Georrecursos, assim como conteúdos do domínio didático e pedagógico aplicados ao conhecimento de um determinado georrecurso.

A variedade de estruturas geológicas é notória em Portugal permitindo a exploração de determinadas áreas com elevado interesse científico e com grande importância para a divulgação do Património Geológico e, simultaneamente, para o ensino das geociências.

A par da diversidade geológica que existe em Portugal e, como consequência da mesma, existe um considerável número de explorações dos mais variados tipos de georrecursos. Estas explorações, em muitos casos são conhecidas devido à sua importância (mais ou menos acentuada) na economia local. Contudo, o conhecimento generalizado que se tem das mesmas é reduzido, sendo também pouco conhecido o georrecurso que se explora e a sua aplicação no quotidiano e na sociedade.

O trabalho de pesquisa desenvolvido para esta dissertação permitiu concluir que tem havido uma evolução muito considerável na divulgação das geociências em Portugal, principalmente a partir do século XXI. Conclui-se que atualmente esta temática é explorada em reuniões científicas, verificando-se a existência de muitos trabalhos de investigação já publicados. Pode concluir-se, também, que existem presentemente, inúmeros locais e/ou atividades, em quase todo o território nacional, com muito interesse geológico e com propostas muito distintas, que permitem divulgar de uma forma ampla quase todas as áreas das geociências.

Portugal dispõe de uma considerável rede de museus, Centros de Ciência Viva, Programa Ciência Viva, Geoparques, entre outros. Estes locais são da maior importância para a divulgação das Geociências e podem ser de facto bons instrumentos facilitadores do ensino da Geologia. Por outro lado, estes locais supra-referenciados, podem e devem ser lugar de interesse para leigos e curiosos das Geociências, uma vez que a informação neles encontrada é divulgada de forma clara, concisa e perceptível. A existência de visitas guiadas nestes locais, também constitui uma mais valia, assim como a existência de guiões de acompanhamento de visita.

Em Portugal tem havido uma preocupação crescente, a partir do final do século XX, início do século XXI, com a manutenção e preservação do Património Geológico e de uma forma mais explícita, com a sua divulgação. Contudo, considera-se que existem algumas lacunas, nomeadamente, ao nível específico da importância dos Georrecursos nas sociedades. Ou seja, apesar de existirem locais destinados à preservação do património geológico e associado à indústria extrativa, a sua compreensão não se processa na totalidade. Denota-se alguma imprecisão entre a formação de estruturas geológicas (potenciais georrecursos), a sua extração e a sua aplicação na sociedade atual. Existem locais que reportam a exploração de um determinado georrecursos, no entanto, para o visitante continua a ser difícil, face a esta informação, relacionar uma estrutura geológica, com a sua exploração e aplicação. Provavelmente este facto acontece porque alguns dos locais referenciados no capítulo cinco, em boa parte, carecem de uma orientação específica para os diferentes ciclos de escolaridade.

Deste modo, entende-se que poderia existir um roteiro adequado às necessidades de cada grau de ensino. Este aspeto, em muitos casos é de difícil conceção, porque o objetivo da existência de museus, de Centros de Ciência Viva, de Geoparques e outros locais é mais amplo e visa atingir toda a população de uma forma generalizada. Embora recebam visitas de

estudo frequentes, pode não existir um enquadramento nos conteúdos teóricos da disciplina que se pretende abordar com a visita.

De outra forma, existe uma relação necessária entre o ensino das Geociências e a necessidade de praticá-lo no campo. A percepção dos fenómenos geológicos, da sua grandeza em escala temporal e espacial, passa pela observação, análise e compreensão destes *in situ*. A Geologia começa no campo enquanto filmes, vídeos e diapositivos colmatam algumas falhas, e podem servir de preparação ou de reforço para estes (Antunes, 1991).

No início do século XXI a Geologia, cuja evolução esteve quase sempre associada à identificação, à classificação e à exploração de recursos oriundos da geosfera, precisa de conciliar o desenvolvimento económico a que as sociedades legitimamente aspiram, com formas sustentáveis de exploração e de utilização dos referidos recursos naturais. Deste modo, os locais com interesse e importância para o ensino das Geociências, referidos neste trabalho, são de igual forma importantes porque abordam a Geologia e os Georrecursos através de inúmeras perspetivas, que podem passar pela visita a Museus, ou Centros de Ciência Viva, pela classificação de Geossítios e até pelas oferta do Programa Ciência Viva.

Contudo, a diferença marcada pelo presente trabalho, é a de que se poderá conjugar o valor material de um determinado georrecurso, com o seu valor patrimonial e didático.

Considera-se que a presente dissertação é uma mais valia neste aspeto, uma vez que pretende estabelecer a relação entre a exploração dos georrecursos, a sua transformação, aplicação e importância para a sociedade. Para isso, escolheu-se uma pedreira em laboração, com zona de extração e zona de processamento de calcário, e criaram-se roteiros pedagógicos adequados a diferentes níveis de ensino. Procurando-se, por um lado, acompanhar de forma mais eficaz, os alunos numa saída de campo, e por outro lado, dar a conhecer todos os processos inerentes a este tipo de indústrias, estabelecendo uma relação entre as mesmas e a Sociedade.

No decorrer da saída de campo verificou-se que se promove um bom aproveitamento do conhecimento e experiência dos profissionais da empresa, que muitas vezes é um recurso desperdiçado. Ou seja, as informações fornecidas pelos trabalhadores são uma mais valia quando enquadradas nos conteúdos programáticos que se pretendem desenvolver.

Por outro lado, estabelecendo um roteiro específico com guião enquadrado permitiu desenvolver uma noção e um conhecimento profundo de todas as transformações, neste caso do lioz, desde a formação geológica, extração, processamento até à sua aplicação. Este aspeto permite, também compreender não só todos os processos inerentes à rocha ornamental, mas também às possíveis transformações e aplicações que podem ter os resíduos resultantes desta indústria.

Com o presente trabalho e após a aplicação da saída de campo, concluiu-se que esta atividade pode ser uma mais valia para a empresa propriamente dita, porque permite a mesma explorar este georrecurso e, simultaneamente divulgar o seu potencial trabalho na sociedade.

Esta visita permite explorar melhor esta área do conhecimento científico e técnico, uma vez que em muitos níveis de ensino (especificamente no ensino secundário) denota-se alguma falta de divulgação nas escolas relativamente à exploração e importância dos georrecursos.

O reforço na importância do estudo dos georrecursos nestes níveis de ensino permite desconstruir a ideia da geologia tradicional e, em meu entender, despertar a curiosidade dos alunos por esta área, demonstrando a real importância dos recursos geológicos.

Por outro lado, a existência de saídas de campo orientadas e adequadas para diferentes público-alvos poderá ser aproveitada, em trabalhos futuros, para outras iniciativas, nomeadamente a inclusão deste tipo de saída em atividades do Programa Ciência Viva.

Conclui-se ainda que, uma empresa em atividade pode continuar a desenvolver-se não só economicamente, mas também constituir um polo de conhecimento científico, didático e patrimonial.

9. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, J. (2013). Apontamentos Teóricos de Tecnologia de Pedreira. DCT. Universidade Nova de Lisboa.

AMADOR, F. (2008). O ensino da Geologia nas escolas portuguesas, durante o século XIX e primeira metade do século XX: reformas curriculares e manuais escolares. *Terrae Didactica*, 3(1), pp. 4-17.

AMADOR, F., SILVA, C., BAPTISTA, J., VALENTE, R. (2001). Programa Biologia e Geologia 10º ou 11º anos. Ministério da Educação e Ciência. 98p.

AMADOR, F., SILVA, C., BAPTISTA, J., VALENTE, R. (2003). Programa Biologia e Geologia 11º ou 12º anos. Ministério da Educação e Ciência. 48p.

AMADOR, F., SILVA, M. (2004). Programa de Geologia 12º ano. Ministério da Educação e Ciência. 60p.

AMADOR, F. (2010). Contribuições da História da Ciência para os processos de desenho curricular. *Revista da Educação*. Vol. XVII, n.º 1, pp. 9-30.

ANTUNES, M. (1991). Ensino da Geologia. Universidade Aberta. 147p.

ARAÚJO, E. L. da S. (2005). Geoturismo: conceptualização, implementação e exemplo de aplicação ao Vale do Rio Douro no Setor Porto-Pinhão. 219p. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Escola de Ciências, Universidade do Minho, Minho.

ARAÚJO, J., NEIVA, J.M. (2010). Geologia: Universidades e Avaliação. *Ciências Geológicas: Ensino, Investigação e sua História*. Vol. I, pp. 557-562. APG;

ASHMOLE, I., MOTLOUNG, M. (2008). Dimension Stone: The Latest Trends in Exploration and Production Technology. *Surface Mining*, pp. 35-69.

AZMAN, N., HALIM, S., LIU, O., SAIDIN, S., KOMOO, I. (2010). Public Education in Heritage Conservation for Geopark Community. *International Conference on Learner Diversity*.

BARROQUEIRO, M. (2001/02). Alguns aspectos explicativos da reestruturação da indústria extractiva. Que oportunidades para os centros mineiros tradicionais em declínio?. *Inforgo*, 16/17, Lisboa, Edições Colibri, pp. 41-61.

BENNET, M., DOYLE, P. (1997). *Environmental Geology*. John Wiley & sons Ltd. Chichester, England.

BOLACHA, E., MATEUS, A. (2008^a). Evolução recente do Ensino Secundário em Portugal e suas implicações nos currículos de Geologia; a perspetiva da Associação Portuguesa de Geólogos. *Geonovas* n.º21, pp. 67-74.

BOLACHA, E., MATEUS, A. (2008^b). Novos currículos de Geologia no Ensino Secundário português: contributos da Associação Portuguesa de Geólogos. *Geonovas* n.º21, pp. 75-86.

BONITO, C., REGÊNCIO, C., SOARES PINTO, J. (1999). Metodologia das Atividades Práticas de Campo no Ensino das Geociências na Formação Inicial de Professores: Uma experiência em Pinhel. *Actas do VII Encontro Nacional de Educação em Ciências*. Universidade do Algarve, pp. 144-178

- BONITO, J. (2000). As atividades práticas no ensino das Geociências. Um estudo que procura a conceptualização. Lisboa. 290p.
- BRANDÃO, J. (2008). Coleções e exposições de Geociências: velhas ferramentas, novos olhares. *Geonovas* n.º21, pp 31-39.
- BRANDÃO, J. (2010). Um aspeto particular do apoio dos Serviços Geológicos Portugueses ao Ensino Secundário das geociências: oferta de coleções didáticas. *Coleções e museus de Geologia: missão e gestão*. Coimbra, pp. 343-350.
- BRILHA J. (2009). A importância dos geoparques no ensino e divulgação das Geociências. *Geologia USP, Publicação Especial*, São Paulo, 5, pp. 27-33.
- BRILHA, J., (2005). Património Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Palimage Editores. 190p.
- BRILHA, J., PEREIRA (2012). Património Geológico. Porto Editora. Porto. 137p.
- BROBST, D., PRATT, W. (1973). United States Mineral Resources. U.S. Geological Survey Professional Paper 820 p.
- BRODKOM, F. (2000). As boas práticas ambientais na indústria extrativa: Um guia de referência. I.G.M.. Lisboa.
- CARVALHO, A. (1993). Museus de História Natural. In: *Iniciação à Museologia*. Coord. B. Rocha Trindade. Universidade Aberta. Lisboa, pp. 231-244.
- CARVALHO, D. (1997). Aspetos gerais da geopolítica dos recursos minerais. *Geonovas* nº 12, pp. 1-22.
- CARVALHO, D., GOINHAS, J., SCHERMERHORN, L. (1971). Principais Jazigos minerais do Sul de Portugal, I Congresso Hispano-Luso-Americano de Geologia Económica. Lisboa.
- COSTA, L. (2001). O sector mineiro metálico nacional nos anos 90 e perspectivas de evolução futura. *Boletim de minas*. 38. Vol. 1. Pp. 3-24.
- CUSTÓDIO, J. (1993). As minas abandonadas do ponto de vista da arqueologia mineira e industrial. *Boletim de Minas*. 30. Vol.2.
- DANA, J. (1981). Manual de Mineralogia. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A..
- DELICADO, A. (2006). Os museus e a promoção da cultura científica em Portugal. *Sociologia, Problemas e Práticas*, n.º51, pp. 53-72.
- DELICADO, A. (2008). Produção e reprodução da ciência nos museus portugueses. *Análise Social*. Vol. XIII (1.º), pp. 55-77.
- DUARTE, L.M.(1996). "A atividade mineira em Portugal durante a Idade Média (tentativa de síntese)". In *Actas de las I Jornadas sobre Minería y Tecnología en la Edad Media Peninsular: actas 26-29 Septiembre de 1995*. León: Colegiata de San Isidoro de León, pp. 67-90.
- DUNDA, S., KUJUNDZIC (1998). Quarring of dimension stone in different geological conditions. *Seventh International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection*. Singhal et al. (eds), pp. 297-303.
- FERREIRA, P.; VASCONCELOS, C. y RIBEIRO, M. (2009). Avaliação de um plano de formação: o trabalho de campo no ensino da Geologia. *Enseñanza de las Ciencias*, Número

Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1342-1349.

FIGUEIREDO, E., COELHO, C., VALENTE, S. (2008). Entre os riscos e benefícios – análise de percepção social do risco em duas comunidades mineiras. VI Congresso Português de Sociologia.

FREITAS, M. (2005). Geologia e Ambiente - Recursos Geológicos. Universidade Aberta. Lisboa.

GUIMARÃES, P. (2001). Indústria e Conflito no Meio Rural: os mineiros alentejanos (1858-1938). Edições Colibri.

JIMENO, C. (1996). Manual de Rocas Ornamentales. Entorno Grafico S.L. Madrid. 695p.

JIMENO, C. (1998). Manual de Áridos – Prospección, explotación y aplicaciones. Entorno Grafico S.L. Madrid. 607p.

JIMENO, C., REVUELTA, M. (1997). Manual de Evaluación y Diseño de Explotaciones Mineras. Entorno Grafico S.L. Madrid. 703p.

LEITÃO, A. (sd). Catálogo de Rochas Ornamentais.

MAGNO, C. (2001^a). O sistema de gestão territorial e os recursos geológicos de Portugal. Boletim de Minas. 38. Vol.3.

MAGNO, C. (2001^b). Indústria extrativa – do paradigma do controlo da oferta para um modelo de regulamentação orientado para desafios do desenvolvimento sustentável. Boletim de Minas. 38. Vol.4.

MANCINI, R., CARDU, M., FOMARO, M. (2001). Technological and Economic Evolution of Diamond Wire Use in Granite or Similar Stone Quarries. 17th International Mining Congress and Exhibition of Turkey, pp. 543-548.

MANCINI, R., FOMARO, M. (1995). Hard dimension stone production by splitting cutting methods in Italian quarries. 4th International Symposium Mine Planning and Equipment Selection, pp. 151 – 156.

MANCINI, R., FOMARO, M., CARDU, M., GAJ, F. (1996). Production methods in Italian dimension stone quarries. Mining Science and Technology. Guo & Golosinski (eds), pp. 125-130.

MANTESSO-NETO, V. (2010). Geodiversidade, Geoconservação, Geoturismo, Património Geológico, Geoparque: Novos conceitos nas Geociências do século XXI. VI Congreso Uruguayo de Geologia. Parque de Ute Minas-Lavalleja.

MARTINS, L., CARVALHO, J. (2007). Passado, presente e futuro da Indústria Extrativa em Portugal. Colóquio “A Indústria Mineira: Passado e Futuro”. Coimbra.

MARTINS, O. (1991). Estudo dos Calcários ornamentais da região de Pêro Pinheiro. Estudos, Notas e Trabalhos, Direção Geral de Geologia e Minas, t.33, pp. 105-163.

MATEUS, A. (2001). Atividades Práticas e Experimentais no Ensino da Geologia: Uma necessidade incontornável. Universidade do Minho. 12p.

MATOS, J.X.; MARTINS, L.P.; OLIVEIRA, J.T.; PEREIRA, Z.; BATISTA, M.J.; QUENTAL, L. (2008). Rota da pirite no sector português da Faixa Piritosa Ibérica, desafios para um

desenvolvimento sustentado do turismo geológico e mineiro. Projecto RUMYS, programa CYTED, Livro Rutas Minerales en Iberoamérica, Ed. Paul Carrion, Esc. Sup. Politécnica del Litoral, Guayaquil, Equador, pp. 136-155.

MENEZES, J. (1988). Perspetivas de desenvolvimento da atividade mineira em Portugal. Boletim de Minas. 25. Vol.4. pp. 331-341.

MILLER, A., LEAL, N., LAIZ, L., ROGERIO-CANDELERIA, M., SILVA, R., DIONÍSIO, A., MACEDO, M., SAIZ-JIMENEZ, C. (2010). Primary bioreceptivity of limestones used in southern European monuments. Geological Society, London, Special Publications.

MOURA, A., VELHO, J. (2011). Recursos Geológicos de Portugal. Palimage. Coimbra. 571p.

MUÑOZ, E. (1998). Georrecursos Culturales. Geologia Ambiental. ITGE. Madrid. pp. 85-100.

NEWMAN, H. (2002). The Mineral Industry of Portugal. U.S. Geological Survey Minerals Yearbook, pp. 19.1-19.5.

ORION, N. & HOFSTEIN, A. (1994). Factors that Influence Learning During a Scientific Field Trip in a Natural Environment. Journal of Research in Science Teaching, vol 31, nº 10, pp. 1097-1119.

ORION, N. (1993). Model of the Development and Implementation of the Field Trip as an Integral Part of Science Curriculum. School Science and Mathematics, vol 93, nº 6, pp. 325-331.

ORION, N.; HOFSTEIN, A.; TAMIR, P. & GIDDINGS, G. J. (1997). Development and Validation of an Instrument for Assessing the Learning Environment of Outdoor Science Activities. Science Education, vol 81, nº1, pp. 161-171.

PEDRINACI, E., (1998). Qui aporta el medio que nos rodea al aprendizaje de las Ciencias. Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales, pp. 51-52.

PEREIRA DE SOUZA (1904). Idéa Geral dos Calcários Empregados nas Construções de Lisboa. Revista de Obras Públicas e Minas XXXV.

PERELLÓ, J., LLEONART, R., SÁNCHEZ, C. (2011). A New Classification of Geological Resources. Dyna, 170, pp. 243-249.

PINTO, A., ALHO, A., MOURA, A., HENRIQUES, A., CARVALHO, C., RAMOS, J., ALMEIDA, N., MESTRE, V. (2006). Manual da Pedra para Arquitectura. INETI, 194p.

PINTO, M. (2005). Gestão Urbanística – Levantamento cartográfico de locais de pedreiras no concelho de Lisboa. C.M. Lisboa.

PRESS, F., SIEVER, R. (2000). Understanding Earth. W.H. Freeman and Company. 573p.

RAMALHO, M., PAIS, J., REY, J., BERTHOU, P., ALVES, C., PALÁCIOS, T., LEAL, N., KULLBERG, M. C. (1993). Notícia Explicativa da Folha 34-A Sintra. Serviços Geológicos de Portugal. 77p.

RAMSEY, J. (1993). The Science Education Reform Movement: Implications for Social Responsibility. Science Education, vol 77, pp. 235-258.

REBELO, D., MARQUES, L. (2000). O Trabalho de Campo em Geociências na Formação de Professores: Situação exemplificativa para o Cabo Mondego. Universidade de Aveiro. 128p.

- RUCHKYS, U. de A. (2007). Património Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para criação de um geoparque da UNESCO. 233p. Tese (Doutoramento em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- SÁ, A., BRILHA, J., CACHÃO, M., COUTO, H., MEDINA, J., GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., RÁBANO, I. e VALÉRIO, M. (2005). A Geodiversidade da região de Arouca: o "minério" do século XXI? Jornadas da Terra 2005, URTIARDA, Arouca, 6p.
- SALVADOR, P., (2002). Avaliação do impacte das atividades outdoor. Tese de Mestrado, Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências do Porto.
- SALVADOR, P., VASCONCELOS, C., (2003). Atividades *outdoor*: avaliação do seu impacte junto de alunos de um clube de Ciências. *Geonovas*, nº 17, pp. 53-59.
- SEILACHER, A. (2005). Trace fossils as tourist attractions. Património Paleontológico: da Descoberta ao Reconhecimento - Cruziana'05, Actas do Encontro Internacional sobre Património Paleontológico, Geoconservação e Geoturismo, Idanha-a-Nova (Ed. C. Neto de Carvalho), pp. 9-13.
- SILVA, Z. (2007). O Lioz Português – De lastro de navio a arte na Bahia. Edições Afrontamento. Porto. 156p.
- SKINNER, B., PORTER, S. (1996). Physical Geology. John Wiley & Sons. 750p.
- SMITH, M.R. (1999). Stone: Building stone, rock fill and armourstone in construction. Geological Society Engineering Geology. 478p.
- SOUSA, A. (1942). O problema do Ouro. Problemas do Nosso Tempo. 19. Lisboa.
- STANLEY, M. (2000). Geodiversity. *Earth Heritage*, 14: 14-18.
- TEIXEIRA, C. (1962). La structure annulaire subvolcanique des massifs eruptifs de Sintra, Sines et Monchique. Junta Inv. Ultramar, Livro de Homenagem ao Prof. J. Carrington da Costa. Lisboa, pp. 461-493.
- TRINDADE, V., BONITO, J. (2008). Reflexões sobre o Ensino da Geologia no Ensino Não-Superior. *Educação – Temas e problemas*, 6, pp. 9-110.
- VALCARCE, E.G., CORTÉS, A.G. (1996). El Patrimonio Geológico. Bases para su Valoración, Protección, Conservación y Utilización. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid. Pp. 11-16.
- VELHO, J., GOMES, G., ROMARIZ, C. (1998). Minerais Industriais. Coimbra. 591p.

Endereços URL consultados:

<http://www.ua.pt/> - consultado em Julho de 2013

<http://www.uc.pt/> - consultado em Julho de 2013

<http://www.uevora.pt/> - consultado em Julho de 2013

<http://www.fc.ul.pt/> - consultado em Julho de 2013

<http://tecnico.ulisboa.pt/> - consultado em Julho de 2013

<http://www.fct.unl.pt/> - consultado em Julho de 2013

<http://www.uminho.pt/> - consultado em Julho de 2013

http://sigarra.up.pt/fcup/pt/WEB_PAGE.INICIAL - consultado em Julho de 2013

<http://www.isep.ipp.pt/> - consultado em Julho de 2013

<http://www.utad.pt> - consultado em Julho de 2013

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:McKelveyDiagram.jpg> – consultado em Junho de 2013

http://www.igeo.pt/atlas/Cap3/Cap3b_p165_image.html - consultado em Março de 2014

http://www.igeo.pt/atlas/Cap3/Cap3b_8.html - consultado em Março de 2014

www.igeo.pt – consultado em Março de 2014

http://gam.pavconhecimento.pt/centros_cv/ - consultado em Julho de 2013

<http://www.cienciaviva.pt/veraocv/comum/2013/actividadeshoje.asp> - consultado em Julho de 2013

<http://www.geoparquearouca.com/?p=geoparque&sp=osgeossitios> – consultado em Julho de 2013

<http://www.naturtejo.com/conteudo.php?id=2> - consultado em Julho de 2013

http://www.azoresgeopark.com/geoparque_acores/index.php - consultado em Julho de 2013

www.roteirodeminas.pt – consultado em Junho de 2013

<http://www.dgeg.pt/> - consultado em Fevereiro de 2014

<http://3.bp.blogspot.com/> - consultado em Janeiro de 2014

<http://4.bp.blogspot.com/> - consultado em Janeiro de 2014

<http://www.travelphotoadventures.com/> - consultado em Janeiro de 2014

<http://upload.wikimedia.org/> - consultado em Janeiro de 2014

<http://rop.ineti.pt/rop/> - consultado em Novembro de 2013

<http://www.google.pt/imgres?imgurl> – consultado em Julho de 2013

<http://www.royal.gov.uk> – consultado em Dezembro de 2013

www.abae.pt – consultado em Setembro de 2013

<http://rop.ineti.pt/rop> - consultado em Janeiro de 2014

www.mnhnc.ulisboa.pt/portal/ - consultado em Junho de 2013

www.lneg.pt/MuseuGeologico - consultado em Junho de 2013

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/departamentos/decivil/lateral/o-decivil/unidades-de-apoio/museus> - consultado em Junho de 2013

www.servicoaguaslivres.com - consultado em Junho de 2013

www.fc.up.pt/fcup/ - consultado em Junho de 2013

<http://paginas.fe.up.pt/> - consultado em Junho de 2013

<https://www.isep.ipp.pt/museu/> - consultado em Junho de 2013

<http://www.lneg.pt/iedt/> - consultado em Junho de 2013

<http://www1.ci.uc.pt/mmguc> - consultado em Junho de 2013

<http://www.museudaciencia.org/> - consultado em Junho de 2013

<http://www.cm-viseu.pt/index.php/diretorio/cultura/rede-municipal-de-museus/museu-do-quartzo> - consultado em Junho de 2013

<http://museudegeologia.utad.pt/> - consultado em Junho de 2013

<http://www.torredemoncorvo.pt/museu-do-ferro> - consultado em Junho de 2013

<http://www.cm-cantanhede.pt/mcsite/> - consultado em Junho de 2013

<http://www.jf-alpendorada.pt/> - consultado em Junho de 2013

<http://www.cm-valongo.pt/pelouros/cultura/centro-cultural-de-campo-e-museu-da-lousa/> - consultado em Junho de 2013

<http://museumineirosaopedrodacova.blogspot.pt/> - consultado em Junho de 2013

<http://museudocanteiro.blogspot.pt/> - consultado em Junho de 2013

<http://www.secil.pt/default.asp?pag=museu> - consultado em Junho de 2013

<http://www.museulourinha.org/> - consultado em Junho de 2013

<https://www.google.pt/#q=Museu%20Mineiro%20do%20Lousa> - consultado em Junho de 2013

<http://www.mun-aljustrel.pt/menu/287/museu-municipal.aspx> - consultado em Junho de 2013

<http://www.cm-castroverde.pt/pt/%20226/museu-da-lucerna.aspx> - consultado em Junho de 2013

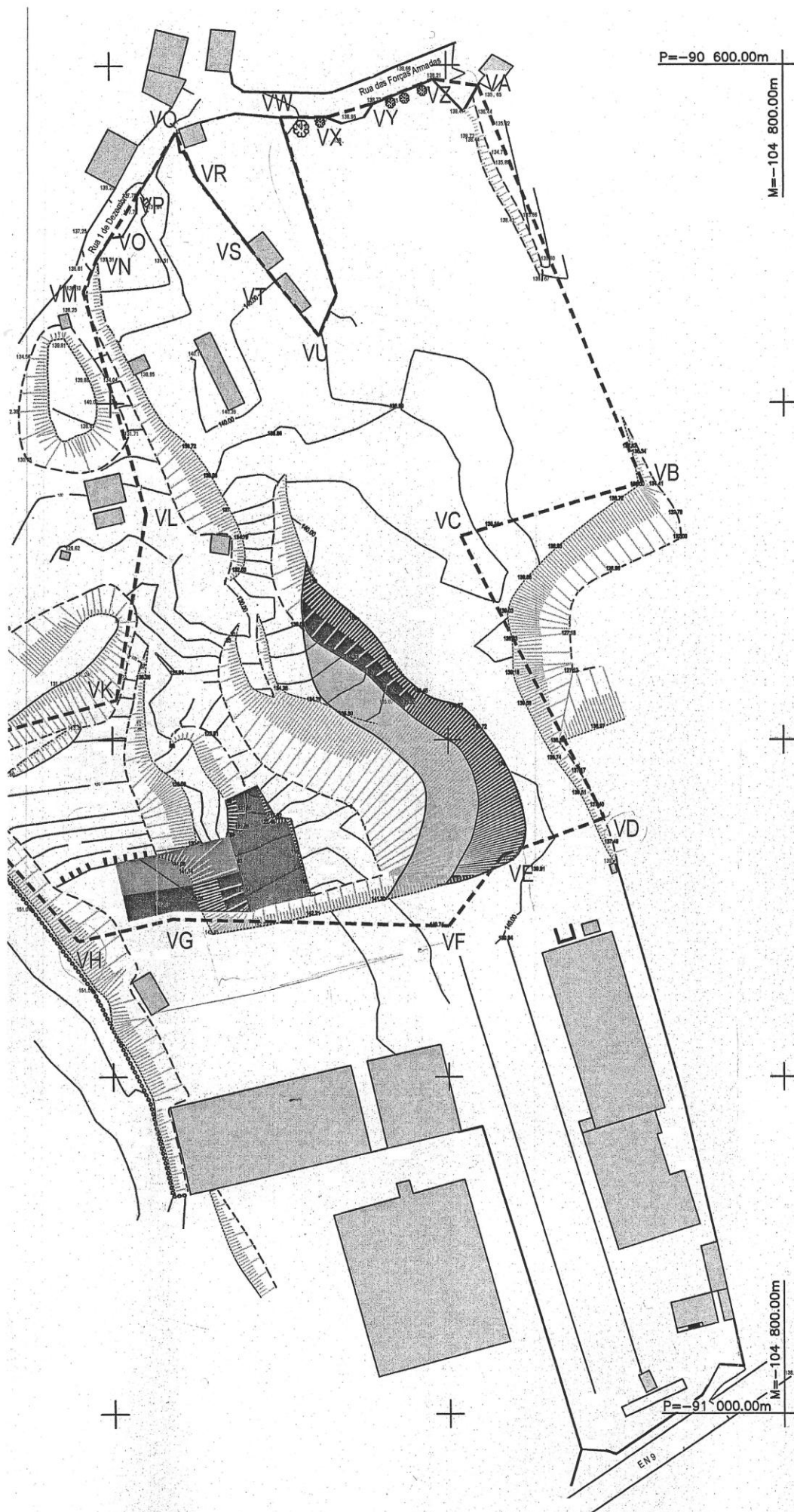
<http://www.cm-vilaviosa.pt/pt/conteudos/Museu%20do%20M%c3%a1rmore/Museu%20do%20Marmore.htm> - consultado em Junho de 2013

http://www.cm-funchal.pt/ciencia/index.php?option=com_content&view=article&id=220:museu-de-historia-natural-do-funchal&catid=106:museu-de-historia-natural-&Itemid=351 - consultado em Junho de 2013

<http://museucarlosmachado.azores.gov.pt/> - consultado em Junho de 2013

<http://www.azores.gov.pt/Portal/pt/entidades/pgra-drcultura-mh/> - consultado em Junho de 2013

ANEXOS



LEGENDA

PLANO TRIENAL

DESMONTE

- DESMONTE - 2013
- DESMONTE - 2014
- DESMONTE - 2015

ENCHIMENTO

- ZONA DE ENCHIMENTO - 2014
- ZONA DE ENCHIMENTO - 2015

- Edifícios
- Muro
- Talude
- Estrada Asfaltada
- Limite da Pedreira

| | |
|---|--------------|
| Designação: | |
| LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO | |
| Requerente: | |
| Alexandrina Pais Leitão, Lda | |
| Local: | |
| Av. da Aviação Portuguesa - Lameiras- Pêro Pinheiro | |
| Peça desenhada: | |
| Levantamento Topográfico | |
| Data: | Escala: |
| Dezembro 2012 | 1 / 500 |
| O Técnico: | Desenho n.º: |
| | 1 |

Aplicação do Guião de Saída de Campo

Saída de Campo à empresa Alexandrino Pais Leitão Lda.

Saída de Campo organizada no âmbito da cadeira de Processamento e Valorização de Recursos Minerais.

Data: 29/11/2013

Localização: Lameiras (Pêro Pinheiro)



Fig.1. Localização geográfica da empresa Alexandrino Pais Leitão Lda.

A saída de campo consiste na visita à pedreira e às unidades de processamento de rocha ornamental.

Objetivos:

- Conhecer os processos de extração de rocha ornamental carbonatada.
- Compreender todas etapas desde a extração até ao processamento, de rochas ornamentais.
- Conhecer as fases de processamento da rocha ornamental.

Introdução:

Descrição da empresa:

Com uma experiência de mais de 40 anos, a Alexandrino Pais Leitão Lda. É uma empresa que extrai, transforma e comercializa uma grande variedade de mármore e granitos. Possuindo as mais modernas tecnologias, bem como uma abrangente rede de distribuição em Portugal.

A unidade a visitar é composta por 1 pedreira com materiais exclusivos (diferentes variantes de lioz) e pela fábrica de processamento.

Enquadramento na geologia regional:

A história geológica dos terrenos observáveis nesta região começa há cerca de 160 milhões de anos, com a deposição de sedimentos em meio marinho, relativamente profundo. Devido ao preenchimento da bacia por sedimentos e a variações do nível do mar, o ambiente de deposição evoluiu sucessivamente no decurso do Mesozóico, há cerca de 200 milhões de anos, para marinho menos profundo, recifal, laguno-marinho, fluvial e lacustre. O ambiente fluvial revelou-se muito importante, pois são frequentes as intercalações de arenitos, conglomerados e argilas com vegetais fossilizados, que traduzem o depósito de materiais provenientes da erosão das áreas envolventes.

No entanto, a entidade geológica dominante nesta região é o Maciço Eruptivo de Sintra, que se instalou, em grande parte em profundidade, encaixando-se entre as formações já existentes, que viram a sua posição e mesmo a sua estrutura alteradas, pela interposição das rochas ígneas. Os materiais sedimentares do encaixante do maciço eruptivo, soerguidos pela sua ascensão, foram desmantelados e acumularam-se durante o Terciário, há cerca de 10 milhões de anos, em áreas periféricas.

Assim podem-se encontrar na região de Sintra os seguintes tipos de rocha: calcários e margas do Mesozóico, rochas intrusivas do Maciço Eruptivo de Sintra, e rochas extrusivas do Complexo Vulcânico de Lisboa, nomeadamente granitos, sienitos, gabros, dioritos, brechas ígneas, traquibasaltos e basaltos, e rochas metamórficas (mármore).

Sequência da saída de campo:

1ª Paragem

Observação geral da pedreira.

2ª Paragem

Pedreira

- Apresenta duas fases de exploração;
- Observação da sequência litológica da pedreira, diferentes tipos de lioz, com as seguintes designações comerciais (Lioz, Chainnete, Saint Florian 90 cm, Saint Florian 1,30 m, Abancado) (ver anexo I).
- Observação das técnicas de exploração/desmonte da pedreira (exploração em flanco de encosta do topo para a base)
- Desmonte em blocos

Preparação – nesta etapa processa-se à decapagem e acerto da superfície, e a abertura de caixas e canais (criação de faces livres para o desmonte da rocha).

Desmonte – perfuração, corte, derrube e esquartejamento. Realizam-se furos verticais e horizontais que delimitam as talhadas de rocha a desmontar. Processa-se ao corte para individualizar os blocos a desmontar (este é feito com recurso a fio diamantado), em seguida efectua-se o derrube (com recurso a retroescavadora)

Transporte – remoção dos blocos comercializáveis para o parque de blocos e remoção do estéril.

3ª Paragem

Parque de blocos

- Observação dos blocos armazenados.

As dimensões podem variar consoante o tipo de rocha ornamental.

Cada bloco tem entre 20 a 30 toneladas, que são variáveis de acordo com a densidade da rocha (no caso do lioz 1m³ tem 3000 kg).



O **processamento** dos mármore e granitos inclui a realização, em fábricas, de todas as operações necessárias para transformar blocos de pedra em lajes e peças que tenham a forma, o tamanho e o acabamento necessários para serem utilizados nas suas aplicações.

4ª Paragem

Unidade de Processamento de Rochas Carbonatadas

- Observação do processamento de rochas carbonatadas.

Pré-Corte – dimensionamento dos blocos de rocha para o corte em serras multilaminares.

Corte – nas serras multilaminares o bloco de rocha é cortado em placas. As serras multilaminares têm na extremidade pastilhas diamantadas que por fricção permitem o corte. O corte é feito com recurso a água, que funciona como lubrificante e permite o arrefecimento do sistema.

5ª Paragem

Unidade de Processamento de Rochas Graníticas

O funcionamento é semelhante à unidade de processamento das rochas carbonatadas, contudo nesta unidade utilizam-se abrasivos e água no corte, e a velocidade de corte é menor.

6ª Paragem

Unidade de Acabamento da rocha

- Observação do equipamento de polimento das rochas.

O polimento é feito para desbastar as irregularidades e eliminar as pequenas imperfeições na superfície da rocha. Confere uma superfície plana e lisa, com aspecto brilhante. Serve para realçar a coloração completa dos materiais e as suas características específicas (o grão, os veios, etc.).

Tipos de acabamento – polido, bujardado, flamejado (etc.).

7ª Paragem

- Observação dos silos de decantação das lamas de corte.

- Referência a aplicabilidade das lamas de corte noutras indústrias.

- Analisar os aspectos ambientais associados à exploração e processamento das rochas.

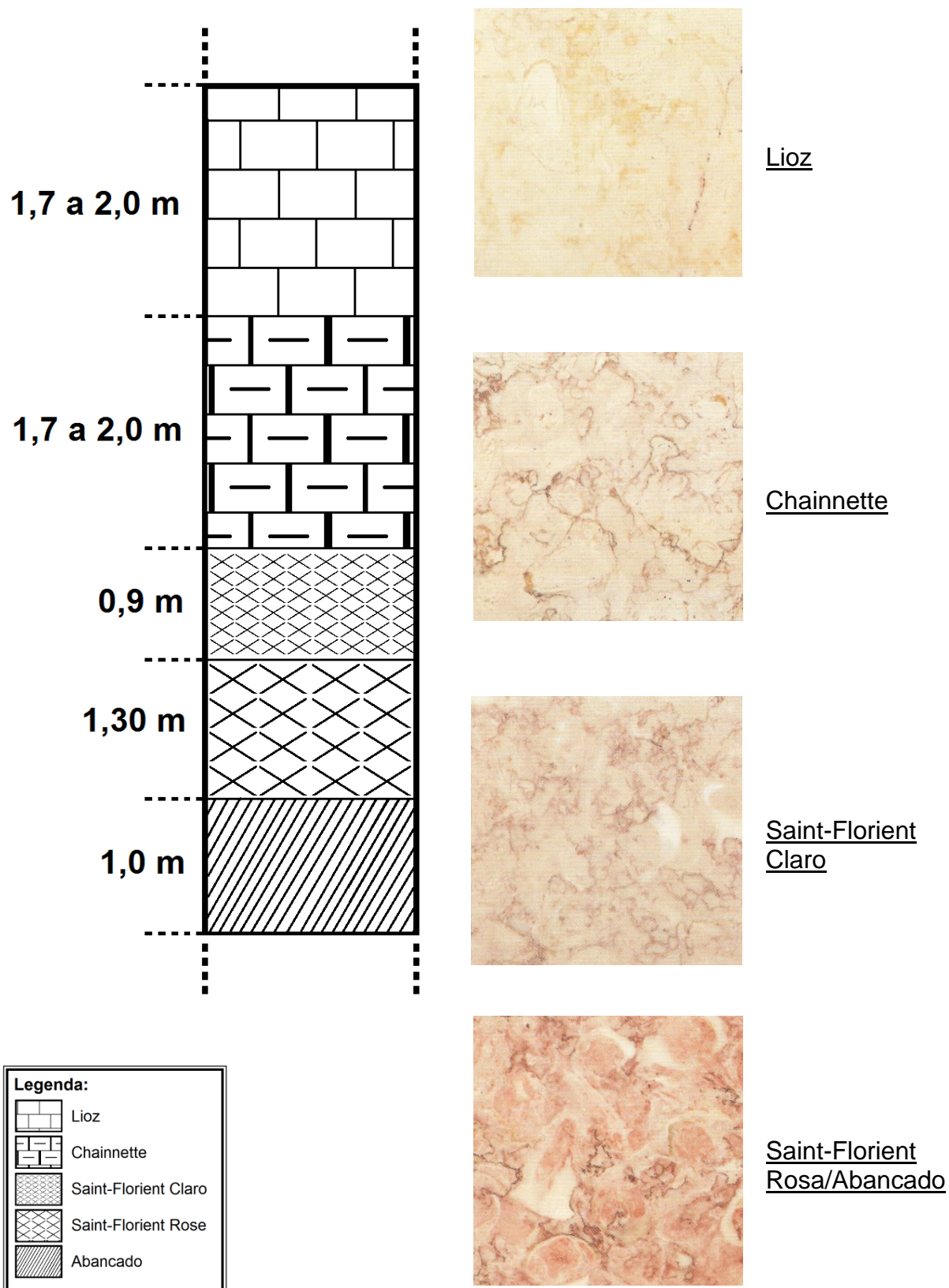
Bibliografia consultada

Catálogo Alexandrino Pais Leitão Lda.

Martins, O. (1991). Estudo dos calcários ornamentais da região de Pêro Pinheiro. Estudo Notas e Trabalhos do Serviço de Fomento Mineiro e do Laboratório. DGGM, t.33, pp 105-163.

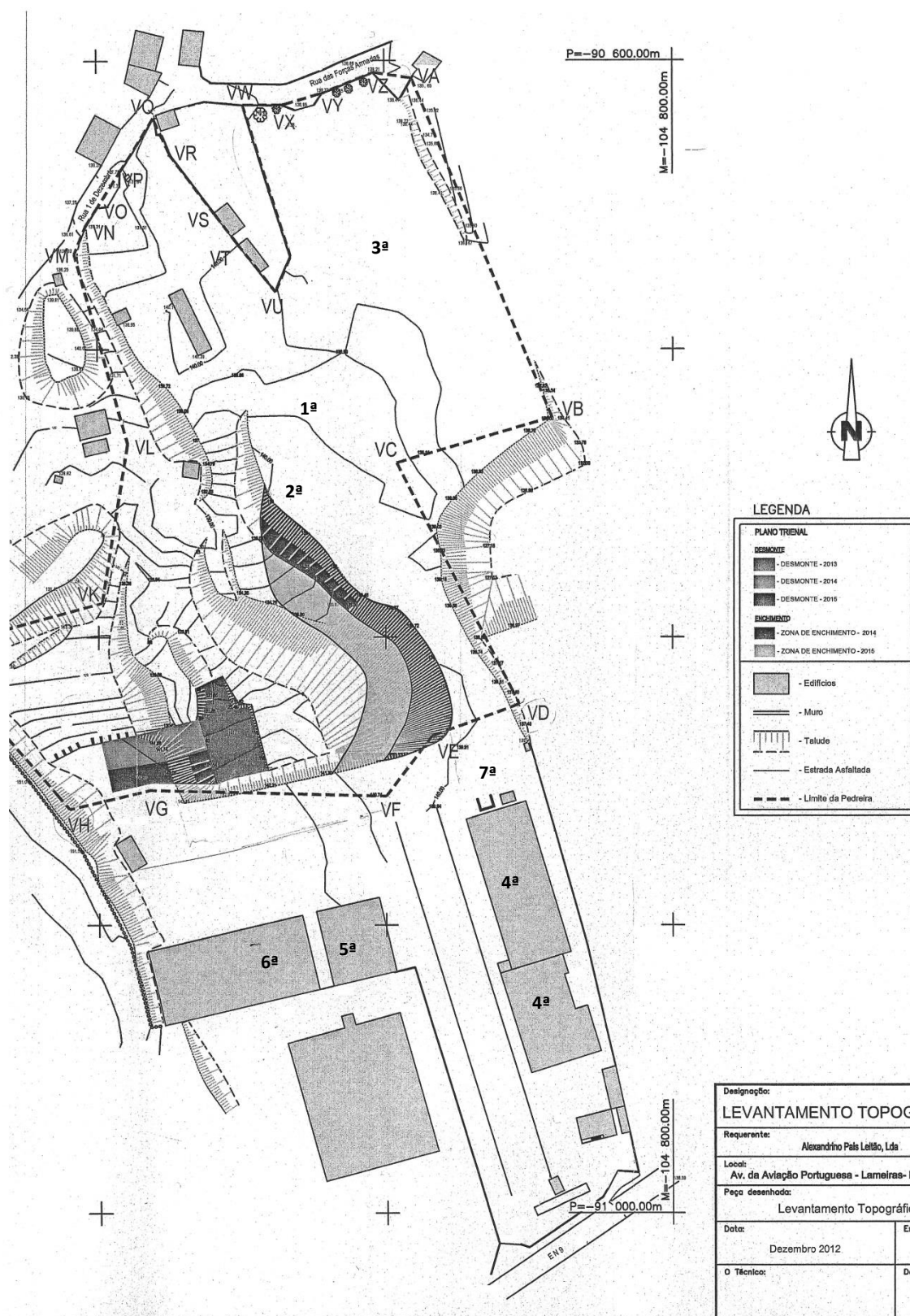
Anexo I

Sequência estratigráfica da pedreira



Anexo II

Planta da empresa Alexandrino Pais Leitão Lda.



Andreia Isabel Vilão Silva

Resumo

Os recursos geológicos são a base de materiais cuja a aplicação é indiscutivelmente elevada. O estudo da Geologia permite, para além dos conhecimentos sobre fenómenos e estruturas geológicas, determinar inúmeras aplicações dos seus objetos e métodos na Sociedade. No entanto, em muitas situações a relação entre o conhecimento da Geologia e a sua utilidade é pouco notória.

O presente trabalho aborda uma nova vertente das Geociências, que se dedica ao estudo dos recursos geológicos e ao aproveitamento dos mesmos no ensino.

Assim, um dos objectivos principais é, i) reforçar a importância do ensino da Geologia e da sua compreensão pública, e para além disso da utilização dos demais recursos geológicos disponíveis. Por outro lado, como objetivo, pretende-se ii) informar sobre a diversidade dos meios que existem, actualmente, para o ensino das Geociências, em particular na temática dos Georrecursos; iii) pretende-se, também, aproveitar os Georrecursos de uma outra forma, explorando a sua importância como recurso didáctico, pedagógico e cultural.

Deste modo, procedeu-se a uma pesquisa sobre a importância dos Georrecursos na Sociedade, sobre os métodos de exploração de rochas ornamentais, e sobre as actividades propostas para os divulgar. Neste sentido, o desenvolvimento prático deste trabalho consiste em elaborar uma saída de campo a uma pedreira de rocha ornamental em laboração, e cujos objectivos principais são; compreender a importância do estudo da formação geológica deste georrecurso, e compreender os métodos que são utilizados na sua exploração, conhecendo os métodos de extracção, o seu processamento e a sua aplicação.

Nesta dissertação demonstra-se que os recursos geológicos, para além de serem uma determinante fonte de matéria prima, podem constituir excelentes recursos para o ensino das Geociências.

Palavras-chave: Ensino das Geociências, Georrecursos, Geodiversidade, Património Geológico, Rocha Ornamental.

Abstract

The geological resources are the basis of materials whose application is undeniably. The study of geology besides allowing the knowledge of geological structures, determines its applications on the society. However, in many cases the relationship between geological knowledge and its usefulness is poorly noticeable.

This work discusses a new field on Geosciences, dedicated to the study of geological resources and its usefulness in education and public understanding. Thus, the major aims are to focus the importance of geology on education and the possible uses of geological resources. Moreover, it is intended to report the options on teaching Geosciences, particularly in Georesources field. It is also discussed the use of Georesources in other standpoint, exploring their importance as didactic, educational and cultural resource.

Therefore, it was performed a research about the importance of Georesources on the society, in dimension stones exploitation methods and in several methodologies proposed to its disclose. The practical component of this work was to plan and develop a field trip to an active dimension stone quarry with the following objectives: understand the importance of the study of the geological formations of this specific georresource, knowing its exploitation and processing methods, as well the stone applications.

This dissertation demonstrates that the geological resources, as well as being a crucial source of raw material, can be excellent tool for Geosciences education.

Keywords: School of Geosciences, Earth Resources, Geodiversity, Geological Heritage, Ornamental Rock.